Aus der Strahlenabteilung der Universitäts-Frauenklinik München.
Direktor: Professor Dr. Eymer
Referent: Professor Dr. Dietel

Der „Röntgenkater"

seine Ursachen, Vermeidung und Behandlung

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Ludwig-Maximilians-Universität

zu München

vorgelegt von

Alfons Kutsch

aus Aachen

1939

Druckerei und Verlag wissenschaftlicher Werke Konrad Triltsch,
Würzburg-Aumühle

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München.
Referent: Professor Dr. F. G. Dietel.
Correferent: Prof. Dr. Eymer.
Tag der mündlichen Prüfung: 27. Juni 1939.

Hört man das Wort Röntgenkater, so ist man veranlaßt, sich einmal die Herkunft des Wortes und den Begriff des Röntgenkaters klarzumachen.

Die Wortprägung stammt von Gauß, der mit Lembcke nach einzeitiger Röntgenkastration Symptome wie Übelkeit, Erbrechen, Appetitlosigkeit, Tenesmen, Kopfschmerzen, Mattigkeit, Kräfteverfall, Gewichtsverlust, Temperatursteigerung, Hinfälligkeit, Schwere in den Gliedern, Nausea, Geruchsparästhesien (besonders gegen Röntgenzimmerluft), Unruhe und Angst feststellte. Diesem Symptomenkomplex gab Gauß den Namen Röntgenkater. Der Röntgenkater tritt gewöhnlich einige Stunden nach der Bestrahlung auf und dauert 1—2 Tage. Die Mattigkeit und Hinfälligkeit kann sich aber auch über Wochen erstrecken und zur sog. Strahlenkachexie führen.

*

Krinski hat seine Erfahrungen über den Röntgenkater an 50 Patienten gesammelt. Von diesen hatten 31 = 62 % subjektive Beschwerden, die 1—2 Tage nach der Bestrahlung auftraten und sich in allgemeiner Müdigkeit, Niedergeschlagenheit, Kopfweh, Kreuzschmerzen und gelegentlich Brechreiz, selten dagegen Erbrechen, äußerten.

Die Dauer der Beschwerden betrug 1—4 Tage, nur einmal über 4 Tage. Die Patienten werden dem Alter entsprechend in drei Gruppen eingeteilt:

10 Patienten standen zwischen 30—40 Jahren,
25 Patienten waren über 40 Jahre,
15 Patienten waren über 50 Jahre alt.

Von Gruppe I reagierten 70 %, von Gruppe II 78 % und von Gruppe III 50 % der Patienten mit Katerbeschwerden.

Krinski fand eine Abhängigkeit des Röntgenkaters von der in der Zeiteinheit applizierten Strahlendosis. Bei Applikationen von kleinen Dosen — 50 bis 100 x-Einheiten — in einer Sitzung entstanden im allgemeinen keine subjektiven Beschwerden. Wurde die gleiche Dosis in regelmäßigen Zeitabschnitten appliziert, so kam es zu einer Summierung der Strahlenwirkung und nach 3—4 Sitzungen

zum Ausbruch des Röntgenkaters. Es ist demnach eine bestimmte Strahlenmenge erforderlich, um die Röntgenkater-Erscheinungen auszulösen. Die Dosis beträgt ungefähr 300—400 x. Bei Übersteigen der Katerdosis — mehr als 400 x — treten im allgemeinen wieder keine Störungen des Allgemeinbefindens auf. Ausnahmen bilden sehr nervöse Personen.

Nach Arbeiten von Werner, Exner u. a. ist anzunehmen, daß die Röntgenstrahlen im Körperinnern verschiedene Stoffe sensibilisieren, die in den Kreislauf resorbiert werden und Störungen des Gesamtbefindens hervorrufen können. Dem Cholin fällt nach diesen Autoren eine wichtige Rolle zu. Nach kleinen Dosen kommt es bisweilen zu stärkeren Blutungen aus dem bestrahlten Organ; daher vermutet man folgendes: Kleine Dosen üben eine Reizwirkung auf den Gesamtorganismus aus, größere Dosen führen eine Lähmung der Funktionen herbei. Wird statt mehrmaliger Reizdosis eine einmalige Lähmungsdosis gegeben, fällt die Reizung des Organismus weg und die Lähmung seiner speziellen Funktionen tritt gleich zu Beginn ein.

Zur Vermeidung des Röntgenkaters schlägt Krinski entsprechend große Dosen in einer bestimmten Zeiteinheit vor.

Es ist für uns schwer, sich in diesen Gedankengang einzuschalten. Wenn man bedenkt, daß Krinskis Beobachtungen aus dem Jahre 1912 stammen und mit zu den ersten Beobachtungen gehören, so kann man seine Anerkennung nicht versagen. Allerdings ist Krinski von der richtigen Lösung des Katerproblems und von der richtigen Therapie weit entfernt.

*

Miescher führt zunächst die Gauß'schen Katersymptome an und kommt dann zu einer Aufzählung der Beschwerden nach Eberler, die in Hinfälligkeit und Müdigkeit, Kopfschmerzen, Herzschwäche, Erbrechen, Übelsein, Abgeschlagenheit, Schlaf- und Appetitlosigkeit, Temperatursteigerungen und allgemeinem Kräftezerfall bestehen.

Miescher fügt diesen Symptomen noch Schwindel und mehr oder weniger langdauernde Magenverstimmungen hinzu. Für die Entstehung glaubt Miescher Allgemeinwirkungen durch Substanzen, die am Orte der Bestrahlung entstehen und in den Kreislauf übergehen, also das Zugrundeliegen eines bestimmten biochemischen Vorgangs, der sich durch das Auftreten toxischer Substanzen (Röntgentoxine)

manifestiert, verantwortlich machen zu dürfen. Durch Werners Cholinhypothese ist diese Theorie gefördert worden. Werner will durch Einspritzen von Cholin Symptome vom Charakter des Röntgenkaters hervorgerufen haben. Die Ursache von Allgemeinsymptomen kann in hochgradigem Zellverfall liegen, der ohne Zweifel nach Bestrahlung einsetzt. Heinecke, Nürnberger und Eberler betrachten als Grund für die Entstehung der Allgemeinsymptome die hohe Empfindlichkeit der Lymphozyten; deren Schädigung und eine dadurch bedingte Blutveränderung soll Reizwirkungen hervorrufen. Es liegt im Bereich der Möglichkeiten, daß die Resorption von Zerfallsprodukten, besonders wenn das Ausgangsmaterial pathologisch verändert ist, Allgemeinerscheinungen hervorruft. Miescher kommt dann auf die Theorie von Reusch, der die in Röntgenräumen vorkommenden Gase (nitrose Gase, Ozon) verantwortlich machen will. Die Wirkung der mit der Tiefentherapie zusammenhängenden Dosis kann auch in Betracht gezogen werden. Von 121 in der dermatologischen Klinik in Zürich bestrahlten Patienten waren 73 = 60 % beschwerdefrei, während 48 % teils nur leichte Katererscheinungen hatten. Die Dauer der Symptome betrug 1 Tag bis 2 Wochen. Erscheinungen und Verhältniszahl bei Männern und Frauen waren gleich. Ein Ekzem des Stammes wurde mit 4 x — durch ½ mm Al. gefiltert — bestrahlt. Es kam zum Ausbruch eines Katers. Lupusfälle mit 12 x /1 mm Al.-Filter bestrahlt, blieben beschwerdefrei. Die Größe der bestrahlten Oberfläche ist bedeutungslos. Einige Patientinnen mit umschriebenen Rumpfekzemen reagierten auf die Bestrahlung mit Röntgenkater, ausgedehnte Extremitätenbestrahlungen führten in keinem Fall zu Katererscheinungen. Miescher fiel die Häufigkeit der Beschwerden bei Bestrahlungen des Rumpfes auf. Hervorstechend gut waren die Ergebnisse bei Bestrahlungen der Extremitäten. Miescher machte folgende Beobachtungen: Bei Bestrahlungen von Ekzem und Akne des Rumpfes bekamen 14 Patienten = 60 % einen Kater, während 10 katerfrei blieben. Hatte die gleiche Krankheit das Gesicht befallen und wurde bestrahlt, so reagierten 5—15 % mit Katersymptomen, während 28 keinen Kater aufwiesen. Bei Bestrahlung von Psoriasis der Extremitäten blieben alle 29 Patienten katerfrei. Auch bei Bestrahlung von Lupus des Gesichts trat bei 8 Patienten kein Kater auf. Eine Röntgenbestrahlung bei Lupus des Rumpfes löste bei 1 Patienten Katerbeschwerden aus, während ein anderer beschwerdefrei blieb. Eine Bestrahlung wegen Lupus der Extremitäten verlief bei 2 Patienten ohne Katererscheinungen.

Es kommt nach Miescher zu einer Kumulation der Strahlenwirkung. Harte Strahlen bewirken häufiger Katersymptome als weiche. Bei Versuchen mit 15 x — durch 4 mm Al. gefiltert — (nach Sabourand gemessen) bei einer primären Strahlenhärte von 10—12 Wehnelt und teilweiser Anwendung von 5 und 10 x kam Miescher zu folgendem Ergebnis: Bei Bestrahlung des Magenfeldes traten in 27 von 32 Fällen = 84 % Katererscheinungen auf; davon waren 2 nur leichter und vorübergehender Natur. Erbrechen hatten 18 Patienten.

Nach Bestrahlungen	des	Bauchfeldes reagierten	45,5 %
„ „	des	rechten Nierenfeldes reagierten	36,5 %
„ „	des	Leberfeldes reagierten	25,0 %
„ „	des	Brustfeldes reagierten	23,5 %
„ „	des	Ovariarfeldes reagierten	4,0 %
„ „	des	Halses und der Extremitäten reagierten	0,0 %

mit Katersymptomen.

Das Symptomenbild war folgendermaßen: Kurz nach der Bestrahlung traten Übelkeit, Schwindel, Aufstoßen, zuweilen Brechreiz mit Erbrechen, Kopfschmerzen, Müdigkeit und Appetitlosigkeit auf. Die Beschwerden erstreckten sich über wenige Stunden bis zu 7 Tagen. Bei allen Bestrahlungsfeldern fand Miescher die gleichen Symptome. Dies spricht für eine einheitliche Pathogenese des Röntgenkaters. Bei den Versuchen wurden Felder bestrahlt, die eine Handbreite unterhalb des Processus xiphoideus nach rechts bis zu einem Querfinger über die Mittellinie hinausreichten. Ins Bestrahlungsbereich wurden einbezogen: Milz, Lungen, Leber, Darm, Bauchganglien, Herz. Miescher spricht dem Magen die Schuld für das Auftreten des Katers zu. Der besondere Charakter der Erscheinungen spricht s. E. für dieses Organ. Nach Bestrahlung anderer Organe — isoliert bestrahlt — traten in der Regel keine oder relativ unbedeutende Symptome auf. Eine Strahlenabsorption der Haut kommt nicht in Frage; denn bei Anwendung weicher Strahlen, bei der die Oberflächenabsorption groß ist, sah Miescher den Kater sozusagen nie auftreten. Milz und Herz spielen auch keine Rolle; denn Bestrahlungen der Pylorusgegend allein rufen einen Kater in typischer Form hervor. Bei Prüfungen hatte Miescher den Eindruck, als ob der pylorische Teil bezgl. Röntgenstrahlen der empfindlichste des Magens sei.

Eine Bestrahlung der N. N. splanchnici verlief ohne Kater.

Nach Bestrahlung des plexus solaris blieben 2 Patienten beschwerdefrei, während 1 Patient mit Röntgenkater reagierte. Bei denselben Leuten führten Magenbestrahlungen zum typischen

Röntgenkater. Für die Reaktion nach der Bestrahlung des Magenfeldes ist der Magen allein verantwortlich zu machen.

Dosis	Filter	Kater bei	Dauer
4—5 x	4 mm Al.	45 %	1—4 Tage
10 x	4 mm Al.	80 %	1—3 Tage
15 x	4 mm Al.	86 %	1—7 Tage

Diese Tabelle zeigt die Maßgeblichkeit der Dosis. Man muß annehmen, daß noch kleinere Dosen Erscheinungen auslösen. Junge Leute im Alter von 20—30 Jahren reagieren prompter und intensiver als ältere. Die Reaktion ist vielleicht bei Frauen etwas häufiger. Miescher glaubt an eine besondere Disposition. Außerdem hält er Leute mit empfindlichem Magen, dann neurasthenische Menschen und heruntergekommene Kranke für disponiert. Die Menses spielen keine Rolle. Bei nicht direkter Bestrahlung des Magens scheint die indirekte Bestrahlung (Sekundärbestrahlung) eine Rolle zu spielen, da man nicht so isolieren kann, daß eine vollständige Ausschaltung in Frage käme. Die Beschwerden sind nicht allzu häufig und auch nicht sehr intensiv. Miescher vermutet und hat festgestellt, daß bei Bestrahlung des Pylorus eine Doses von 2 x bei jüngeren weiblichen Individuen in 50 % der Fälle für einen Röntgenkater genügt; die Sekundärstrahlenmenge hat Miescher auf 1,5—2 x errechnet. Also kann man bei Bestrahlung des Darmfeldes den Magen allein verantwortlich machen. Das gleiche gilt für Bestrahlungen über dem Leber- und Lungenfeld; bei Bestrahlung der rechten Niere wird der Pylorus mitbetroffen. Bei einer Dosis von 15 x durch 4 mm Al.-Filter wird der Pylorus mit einer Intensität von 7—9 x getroffen. Bei 4 von 5 Fällen ließ sich der Kater bei Verminderung der Dosis und Wahl einer weicheren Strahlenqualität vermeiden (12 x/1 mm). Bei Bestrahlungen des rechten Ovars mit 10 x, 12 x und 15 x/4 mm, wobei der Magen 8—12 cm vom direkten Strahlenkegel entfernt war, verliefen 12 von 14 Fällen vollkommen reaktionslos. In 1 Fall (Dosis 15 x/4 mm) wurden leichte Kopfschmerzen am Abend beobachtet, in einem anderen Falle (Dosis 10 x/4 mm) trat leichter Röntgenkater auf, der sich bei späterer Magenbestrahlung mit der gleichen Dosis verstärkt wiederholte. Miescher führt den Kater auf eine direkte Schädigung des Magens zurück und glaubt, in dem letzten Fall einen Beweis dafür zu haben. Bei seinen Versuchen hat Miescher 14 % reagierende Fälle gehabt, im Gegensatz zu Literaturangaben, die für sämtliche gynäkologischen Bestrahlungen 20—60 %

reagierend festgestellt haben. Miescher nimmt die gleiche Pathogenese an und hebt die Einfallsfelder der Strahlen, die Härte der Strahlen und Höhe der Dosis als wichtig hervor. Häufig liegt der Magen im direkten Strahlenbereich (Bestrahlungen von Gesäß und Rücken her). Es besteht jedoch die Möglichkeit einer primären, vom Ovar ausgehenden Reizwirkung. In Ausnahmefällen können Magensymptome durch Störung der innersekretorischen Funktion der Keimdrüse entstehen, die durch cerebrale Reflexvorgänge ausgelöst werden und bei labil eingestellten Frauen unter physiologischen Verhältnissen beobachtet werden können. Das gilt für Übelkeit, Brechreiz, Schwindel, Appetitlosigkeit, Müdigkeit und Kopfschmerzen. Miescher besteht darauf, daß die von anderen Autoren angeführten Symptomen wie Kopfschmerzen, Kräfteverfall, Herzschwäche und Fieber mit dem eigentlichen Röntgenkater nichts zu tun haben und anderer Ätiologie sind. Miescher glaubt in diesen Fällen an Herdreaktionen im bestrahlten Gebiet, führt es auf den Zerfall von Gewebe und Resorption von toxischen Produkten zurück. Auch könnten von Heinecke nachgewiesene, nach der Bestrahlung auftretende Kernzerstörungen in den Ovarien für die Erscheinungen verantwortlich gemacht werden. Auch nicht ausgeschlossen sind irgendwelche örtliche Schädigungen durch die Röntgenstrahlen. Gewebliche Resorption von Strahlen wird von Miescher als auslösender Faktor der Katererscheinungen glatt verneint. Miescher hat Versuche gemacht, bei denen er bei einer Hälfte Magenschutz anwandte, bei der anderen Hälfte wegließ. Im Folgenden sei das Ergebnis angeführt:

	Zahl der Fälle:	Allgemeinbefinden ungestört oder nur kurzfristig und leicht gestört:	Röntgenkater:
1.	6	1	5 (2 Erbrechen)
2.	6	5	1

Bei 3 von den 5 Katerfällen treten die Symptome erst nach der zweiten Bestrahlung auf, was für eine Kumulation der Strahlenwirkung spricht. 2 Katerfälle wurden später mit Magenschutz bestrahlt. 1 Fall reagierte nicht mehr mit Kater, der andere mit erhöhter Heftigkeit, trotz des Magenschutzes.

Aus der Tabelle kann man weiterhin entnehmen, daß trotz des Magenschutzes 1 Katerfall sogar mit Erbrechen auftritt. Erwähnenswert ist ferner, daß die Katererscheinungen gleich nach der ersten Be-

strahlung auftreten, während bei späteren Bestrahlungen unter gleichen Bedingungen Patienten erscheinungsfrei bleiben. Miescher führt dieses Versuchsergebnis auf falsche Lagerung des Magenschutzes oder auf Umstände, die mit der Bestrahlung nichts zu tun haben, zurück. Sonst ist es immer geglückt, bei Rumpfbestrahlungen durch Magenschutz den Röntgenkater zu vermeiden, oder doch wenigstens in seiner Auswirkung zu mildern, es sei denn, es hat sich um Fälle gehandelt, bei denen gelegentlich früherer Bestrahlungen bereits einmal oder öfter ein Kater aufgetreten war. Bei der Erklärung des Röntgenkaters nach Gesichtsbestrahlungen, die unter Körperschutz vorgenommen wurden, treten Schwierigkeiten auf. Miescher glaubt nun, daß bei der Stirnstellung der Röhre der Magen, wenn auch nur von minimalen Dosen, getroffen wird, daß aber diese kleinen Dosen kumuliert zu Erscheinungen führen können. Fest steht auf jeden Fall, daß die Pathogenese die gleiche ist. Die Vermutung, daß bei Gesichtsbestrahlung das Brechzentrum in der Medulla oblongata getroffen und gereizt wird, ist als unwahrscheinlich abzulehnen. Die Strahlenwirkung könnte allenfalls eine indirekte sein. Das wäre so zu erklären, daß als Strahlenwirkung ein Hirnödem auftritt und durch dessen Druck das Brechzentrum in der Medulla eine Reizung erfährt. Miescher neigt mehr zu der Ansicht einer direkten Magenschädigung durch Sekundärstrahlen. Auch könnte es sein, daß die Abneigung gegen den Geruch im Röntgenzimmer (Ozon, nitrose Gase) Magenverstimmungen hervorruft. Tatsächlich spielen die Gase eine große Rolle; wissen wir doch von Fällen, wo das Röntgenpersonal an chronischen Vergiftungserscheinungen erkrankte. Miescher hat nun die aufgefangenen Gase 5 Patienten, die durch eine Bleiwand vor den Strahlen geschützt waren, einatmen lassen. Bei 3 traten keinerlei Symptome auf, während bei 2 nach der ersten Sitzung leichtere Symptome auftraten. Bei Wiederholung des Experimentes reagierte 1 Person geringer, bei der 2. traten ausgesprochene Katererscheinungen auf, die von Erbrechen begleitet waren. Ergänzend sei hinzugefügt, daß die Sitzungen ziemlich lang und die Röntgenstrahlen sehr hart waren. Es ist also durchaus glaubhaft, daß die Katererscheinungen auf der Abneigung gegen den Geruch beruhen.

Ein Versuch zeigt folgendes: Ein Patient mit Abneigung gegen Ozongeruch bekam eine Körperbestrahlung unter Anlegung einer Gesichtsmaske. Er reagierte mit einem lebhaften Kater. Eine weitere Bestrahlung mit Magenschutz und verstopfter Nase verlief ohne Kater. Eine dritte Bestrahlung mit geschütztem Magen, aber offener

Nase rief einen heftigen Kater hervor. Miescher wertet diesen Fall so aus, daß er eine reflektorische Empfindlichkeit gegen Ozongeruch annimmt und eine primäre Magenempfindlichkeit voraussetzt. Ein ähnlicher Fall wird angegeben, in dem eine Patientin nach Magenbestrahlung mit heftigem Kater reagierte und bei späteren Brust- und Halsbestrahlungen, bei denen jeweils der Magen sorgfältigst abgedeckt wurde, mit heftigen Symptomen reagierte. Auch diesen Fall führt Miescher auf den Widerwillen gegen den Geruch im Röntgenzimmer und den dadurch entstehenden Geschmack zurück. Die Magenempfindlichkeit erklärt Miescher als eine Magenschädigung durch Röntgenstrahlen, die bei früheren Bestrahlungen erworben wurde. Miescher will das nun so erklären, daß ein Patient, der einmal eine Magenvergiftung gehabt hat, auf den bloßen Anblick, Geschmack oder Geruch der verdorbenen Speise, reagiert. Es handelt sich demnach um eine doppelte Reaktion, die einmal vom Magen, dann vom Sinnesorgan ausgeht. Es kommt eben zu einer direkten Magenschädigung und zu einem psychischen Reflex. Wenn Katersymptome nach mehreren Sitzungen auftreten, nimmt Miescher an, daß doch die erste Bestrahlung die Schädigung hervorgerufen hat. Bei Gesichtsbestrahlungen, die den Magen nicht treffen, glaubt Miescher eine erhöhte Reizbarkeit des Magens und eine Geruchsempfindlichkeit für das Erbrechen verantwortlich machen zu dürfen. Als auslösendes Moment der Magenreaktion glaubt Miescher, eine sekretorische Störung angeben zu können. Er erinnert in diesem Zusammenhang an die Wirkung, die Halsbestrahlungen hervorrufen können: Oft tagelang anhaltende Trockenheit im Munde als Äußerung einer Lähmung der Speicheldrüsenfunktion. Miescher hat experimentell bei Untersuchungen der Aciditätswerte und der verdauenden Kraft des Magensaftes in den Tagen vor und nach der Bestrahlung keine eindeutigen Zahlen bekommen. Er führt dies auf zu kleine Strahlendosen zurück. Es wurden 12 Fälle untersucht.

Acidität und Salzsäuregehalt unverändert bei . 3
Verminderung der HCl und der Totalacidität bei 7
Vermehrung der HCl-Werte bei . . . 2

Es besteht aber noch die Möglichkeit, daß die Dosen an der Grenze zwischen Reiz- und Lähmungsdosis liegen, so daß ein Teil gesteigerte, ein anderer Teil verminderte Magensaftproduktion zeigt. Größere Dosen rufen in Analogie mit den Schweiß-, Talg- und Speicheldrüsen eine Verminderung der Sekretion hervor. Das ist bereits nachgewiesen. Außerdem zeigt der nach der Bestrahlung erbrochene Mageninhalt eine Verminderung der Salzsäure und geringe

Aciditätswerte. Aber die sekretorische Störung ist schließlich nur eine Begleiterscheinung der Schädigung. Der Charakter der subjektiven Symptome hat verwandte Züge mit dem Bild einer Gastritis, doch fehlen alle objektiven Erscheinungen. Die Inkonstanz der Symptome deutet auf eine Alteration im Sinne einer Sensibilisierung hin. Unklar ist nun, ob zelluläre Veränderungen im Schleimhautparenchym zugrundeliegen, oder ob wir es mit einer Beeinflussung der nervösen Apparate zu tun haben. Bedenkt man, daß keine gesetzmäßige Grundlage der Magenreaktion anhaftet, vielmehr von der für das einzelne Individuum charakteristischen Reizbarkeit des Organes abhängt, so muß man die Wahrscheinlichkeit der Schädigung des Nervensystems zugeben. Sonderbar ist, daß die Intensität der Reaktion nicht parallel mit der Zunahme der Dosis gehen soll; im Gegenteil rufen sehr starke Dosen höchstens geringe Erscheinungen hervor. Man muß daran denken, daß das Gewebe bei großen Dosen aus dem Reizstadium direkt in ein Lähmungsstadium übergeht. In diesen Zusammenhang passen die oben angeführten Angaben von Krinski.

Wie kann man den Röntgenkater verhüten? Miescher empfiehlt als erstes sorgfältige Abdeckung des Magens bei Bauch- und Rückenbestrahlungen ,Vermeidung zu harter Strahlen bei der Gefahr der indirekten Strahlenwirkung, Weglassen des Aluminiumfilters. Wenn sich die Röntgenempfindlichkeit bereits manifestiert hat und eine Abneigung gegen den Ozongeruch besteht, so verstopft man die Nase mit nassen Wattebäuschen und bringt in die Nähe einen Wattebausch mit Eau de Cologne. Vielen hilft man dadurch, daß man sie eine Zigarette rauchen läßt.

Gegen den bestehenden Röntgenkater läßt sich wenig machen. K o d o n empfiehlt Verabreichung von Ca-Chlorid in Milch oder Wasser. Auch kann man Acidolpepsin geben. Verdünnte Salzsäure soll ebenfalls mit Erfolg gegeben worden sein.

Dann wird von B r u e g e l Bestrahlung bei leerem Magen empfohlen, um Übelkeit und vor allem Erbrechen zu vermeiden. Nach Mieschers Erfahrung sind die Reaktionserscheinungen bei vollem Magen geringer, da durch den Speisebrei ein wesentlicher Teil der Strahlung absorbiert und dadurch wenigstens die hintere Magenwand in gewissem Sinne geschützt wird.

Miescher hat sich viel Mühe gegeben, das Katerproblem zu lösen. Er ist nur einem großen Fehler verfallen und hat sich auf die „Magentheorie" versteift. Alle Beschwerden, gleich welcher Art,

werden auf den gleichen Nenner gebracht. Wird der Magen nicht direkt getroffen, so erreichen ihn die Strahlen eben indirekt. Treten nach Bestrahlungen des Kopfes Katererscheinungen auf, so muß auch indirekte Strahlenwirkung auf den Magen zur Erklärung hinhalten. Unbedingt wertvoll ist die Erkenntnis, daß fast immer nach Bestrahlung des Bauchfeldes Katersymptome von besonderer Heftigkeit auftreten. Hätte Miescher seine Theorie nicht so einseitig aufgebaut, hätte er der Lösung der Frage näher kommen können. Aber auch das psychische Moment wird zu sehr in den Vordergrund gestellt. Es nimmt einen Platz ein, der ihm nicht gebührt.

*

Rieder ist der Ansicht, daß man die Patienten bei der Bestrahlung möglichst bequem lagern soll. Ferner soll jede Abkühlung peinlichst vermieden werden. Aber auch so sei es selbst für einen gesunden Menschen fast unerträglich, 2—3 Stunden im Wachzustand zu verharren, zumal, wenn bei der Bestrahlung eine Zwangshaltung — bei Mamma-Karzinom erhobener Arm, bei Rectum-Karzinom stark durchgestrecktes Gesäß und angezogene Beine — eingenommen werden muß. Rieder empfiehlt ein zuverlässig und sicher wirkendes Narkotikum, das er in Laudanon-Skopolamin gefunden hat. Es hat den Vorzug, nicht nur als Narkotikum gute Dienste zu leisten, sondern auch beruhigend auf das Brechzentrum einzuwirken. Wie das Morphium lähmend auf das Atemzentrum wirkt, so wirken gewisse Alkaloide — vor allem das Thebain — erregend. Das Morphin reizt das Brechzentrum. Die übrigen in Laudanon enthaltenen Alkaloide heben diese Wirkung auf. Rieder hat mit diesem Mittel sehr gute Erfolge erzielt, indem es ihm gelang, durch große Laudanon-Skopolamingaben das Erbrechen während und den Röntgenkater nach der Magenbestrahlung vollkommen zu kupieren, während sonst regelmäßig Erbrechen und Röntgenkater sich einstellten. Außer großer motorischer Unruhe traten bei längerer Bestrahlungsdauer immer starke Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit, Erbrechen, Mattigkeit, Benommenheit und sogar Ohnmachtsanfälle auf, Beschwerden, die oft eine Wirkung von der Dauer mehrerer Wochen hatten. Die Frage, worauf die Erscheinungen zurückgeführt werden könnten, wurde von einigen Patienten Rieders selbst beantwortet, indem sie angaben, daß die Übelkeit auf den Geruch im Röntgenzimmer zurückzuführen sei: „Schädliche Gase müßten in der Luft sein".

Wie Miescher, so hat sich auch H. E. Schmidt mit der Ozon-

entwicklung im Röntgenraum beschäftigt, mißt dem aber keine Bedeutung bei, sondern glaubt, eine Röntgentoxämie verantwortlich machen zu müssen. Wintz und Baumeister haben 1917 neben einer starken Ozonentwicklung auf die Entstehung von salpetriger Säure hingewiesen. Auch Rieder schuldigt die nitrosen Gase an. Klärung verschafften Wintz und Guttmann, die zahlreiche Luftanalysen vornahmen und feststellten, daß die Luftschädlichkeiten durch das Ozon und seine organischen Derivate hervorgerufen würden; denn ein Gehalt von 0,08 mg salpetriger Säure pro kbm Luft in einem Röntgenraum, in dem den ganzen Tag über gearbeitet worden war und von 0,15 mg pro kbm in einem schlecht gelüfteten Versuchslaboratorium reichen wohl für eine Vergiftung nicht aus. Die nitrosen Gase würden andere Symptome, z. B. Trockenheit im Mund, Hustenreiz, Brennen in den Augen und Atemnot, hervorrufen (Blaukreuz). Über die Wirkung des reinen Ozon hat Binz viele Experimente am Menschen gemacht und festgestellt, daß bei der Zufuhr einer kleinen Menge Ozon Schlaf und Müdigkeit, bei der Zufuhr größerer Mengen Übelkeit und Erbrechen auftraten. Nach Rieder kommt bei den Bestrahlungspatienten eine Zufuhr größerer Ozonmengen durch Summation bei einer 6—8stündigen Bestrahlung in Betracht. Obgleich man die Ozonbildung durch geeignete Maßnahmen — Einführung der Gasfunkenstrecke, Aufstellen der Röntgenmaschinen außerhalb des Bestrahlungszimmers, Vermeidung von Kanten an der Hochspannungsleitung — möglichst unterbunden hat, treten noch immer Ozonmengen auf, die häufige Entlüftung des Raumes erforderlich machen. Trotz dieser Maßnahmen findet man nach 3—4stündigen Bestrahlungen Übelkeitserscheinungen, die ohne weitere Hilfsmittel nicht vermieden werden können, bei Ausdehnung der Bestrahlungszeit dauernd an Intensität zunehmen und schließlich zu der Annahme führen, andere Dinge oder Umstände verantwortlich machen zu müssen. Bei langer Bestrahlungsdauer kommt eine elektrische Aufladung des Patienten zustande: Die von den Röntgenstrahlen getroffene Luft wird ionisiert, d. h. elektrisch leitend. Dadurch ist der Patient dauernd durch den auf ihn gerichteten Strahlenkegel mit der mit hoher Spannung versehenen Röntgenröhre elektrisch verbunden. Der Bestrahlungstisch ist als Isolierstuhl zu betrachten, da die Kissen und Matratzen, auf denen der Patient liegt, sowie die Beine des Bestrahlungstisches schlechte Leiter sind. Man kann aus einem solchen Patienten bis zu 5 cm lange Funken ziehen und zwar während der Bestrahlung oder kurz nach Abschalten der Röntgenröhre. Die Differenz zwischen der

Spannung, die an der Röhre liegt und der elektrischen Aufladung des Patienten besteht kein großer Unterschied, da Kissen und Tischbeine nur ein Minimum zur Erde abfließen lassen. Es ist also nicht zu befürchten, daß die Spannung der Röhre einen Ausgleich zu der Spannung des Patienten durch einen elektrischen Funken finden kann.

Wintz kam nun auf den Gedanken, daß die elektrischen Aufladungen Umstimmungen hervorrufen könnten. An der chirurgischen Universitätsklinik in Frankfurt/Main wurden Versuche durchgeführt, die Aufladungen durch Erdableitungen zu vermeiden. Rieder glaubt eine Besserung des Allgemeinbefindens der Bestrahlungspatienten festgestellt zu haben. Jedoch kommt er später zu der Annahme, daß die Aufladungen allein für den Röntgenkater nicht verantwortlich zu machen sind. Denn das Tierexperiment, das zur Feststellung von biologischen Wirkungen auf den Organismus dienen sollte (es wurden Mäuse mit hohen elektrischen Spannungen aufgeladen), verlief ergebnislos. Auch Versuche an gesunden Menschen und Selbstversuche zeigten keine Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens. Schließlich kommt Rieder zu dem Resultat, daß den Aufladungen und den anderen bereits angeführten und noch anzuführenden Noxen zu einem großen Teil für das Zustandekommen von Katererscheinungen die Verantwortung zuzuschreiben ist und daß die Erscheinungen des Röntgenkaters bei nicht geerdeten Patienten in stärkerer Weise hervortreten als bei geerdeten. Rieder stellt fest, daß man die Katersymptome trotz endlos langer Bestrahlungen vermeiden kann, wenn man alle Schädigungen des Organismus durch Vorsichtsmaßregeln beseitigt und immer nur — und damit stellt sich Rieder in Gegensatz zu Miescher — in kleineren Abschnitten bestrahlt. Die Störung des Allgemeinbefindens hängt nach Rieder — Bestrahlung großer Körperabschnitte vorausgesetzt — nicht mehr von der Dauer der Bestrahlung ab, sondern von der Größe des durchstrahlten Körperraumes. Nach Rieder kommt eine Vergiftung zustande, die durch aktive chemische Wirkung der Röntgenstrahlen auf die vom Strahlenkegel getroffenen Körperzellen und durch den Bluttransport mittelbar und durch die Schädigung der getroffenen Blutzellen unmittelbar zur Allgemeinvergiftung wird. Man könne auch bei der elektrischen Schädigung an chemische Veränderungen im Sinne einer Toxinbildung oder Fermentschädigung denken.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß für Rieder die Größe des mit nennenswerten Strahlendosen durchstrahlten Körperraumes für die Schwere der Erscheinungen maßgebend ist.

Blutuntersuchungen nach Röntgenbestrahlungen ergaben starke Veränderungen nach Anstrahlung großer Körperteile mit großen Strahlenmengen, während bei schwacher Dosierung verhältnismäßig geringe und unregelmäßige Unterschiede auftraten. Bei der Veränderung des Blutbildes spielte die Dauer der Bestrahlung keine Rolle. Rieder empfiehlt bei allen Tiefenbestrahlungen eine möglichste Einengung des Bestrahlungsfeldes. Nach seinen Angaben sind bei dieser Vorsichtsmaßregel Übelkeit und Erbrechen eine Seltenheit, die nur bei sensiblen Patienten auftritt. Eine große Ausnahme bilden diejenigen, bei denen Bestrahlungen des Magens, Pankreas und der Leber, also des Splanchnikusgebietes vorgenommen werden. Die Empfindlichkeit der Magengegend führt Rieder auf Einfluß der Röntgenstrahlen auf die Magensekretion zurück. Was die Art des Einflusses angeht, so begnügt sich Rieder mit der Feststellung, daß diese Frage noch wenig geklärt ist. Eine direkte Beeinflussung des N. splanchnikus und des Sympathikus ist unwahrscheinlich, allein schon aus dem Grund, weil das Z. N. S. sehr wenig empfindlich ist. Es käme also eine direkte Beeinflussung des Splanchnikus kaum in Frage; man könnte eher an eine indirekte Wirkung durch sekretorische Beeinflussung des Magens denken. Im übrigen wird auf die Arbeit von Miescher verwiesen. Allerdings werden die Resultate Mieschers nicht für die Tiefentherapie anerkannt. Für Rieder steht einwandfrei fest, daß nach Bestrahlung des Splanchnikusgebietes starke Neigung zu Brechreiz und Röntgenkater zu beobachten ist.

Es ist Rieder gelungen, durch Gaben (2 ccm s. c.) Laudanon-Skopolamin den Kater und das Erbrechen selbst bei Magenbestrahlungen zu kupieren. Die Katersymptome dauern nur einige Stunden. Ihre Beseitigung kann durch Öffnen der Fenster im Krankenzimmer beschleunigt werden. Essen gibt es erst nach Verschwinden der Beschwerden. Diät und andere Maßnahmen sind nicht erforderlich. Auffallend lange dauert der Kater nach Bestrahlungen von Karzinomen und Sarkomen. Die Dauer beträgt meist mehrere Tage. Dieser Kater ist nach Rieders Auffassung auf die Überschwemmung des Körpers mit den Giftstoffen des zerfallenen Tumorgewebes zu erklären. Auch kann es vorkommen, daß bei einer Bestrahlung bei Karzinom und Sarkom Katersymptome auftreten, nach deren Verschwinden vollkommenes Wohlbefinden besteht. Nach etwa 14 Tagen treten ohne nochmalige Bestrahlung abermals heftige und einige Tage dauernde Katererscheinungen auf, die als „Nachkater" bezeichnet und auf späten Zellzerfall zurückgeführt werden.

Als Ursachen des Röntgenkaters kommen also nach Rieder in Frage:

1. Gasvergiftung im Röntgenzimmer,
2. Alteration der gesamten Körperzellen infolge elektrischer Aufladung,
3. direkte Vergiftung des Organismus durch zu große Gesamtstrahlendosis,
4. Bestrahlung des Splanchnikusgebietes.

Zur Bekämpfung der Katererscheinungen wird empfohlen:

1. Vermeidung der Ozonentwicklung,
2. Erdung (Vermeidung der Aufladung des Patienten),
3. Kleinfelderbestrahlung,
4. Bei Splanchnikusbestrahlung beachte man 1, 2 und 3. Dazu gebe man evtl. hohe Laudanon-Skopolamindosen.

Rieder ist mit seiner Theorie über die Ursachen des Röntgenkaters auf ganz falscher Fährte. Seine Theorie wird schon bald widerlegt werden. Wohin sollte es im übrigen führen, wenn man jeden Patienten, den man bestrahlen will, unter Narkose setzen wollte?

*

S i m o n s gibt als Hauptsymptome des Röntgenkaters Mattigkeit, Kopfschmerz, Übelsein, Brechreiz, Erbrechen und Diarrhoeen an. Nach Simons' Beobachtungen tritt der Kater 6—8 Stunden nach der Bestrahlung, teilweise auch früher auf. Die Dauer wird mit 2—3 Tagen und mehr angegeben. Auftreten, Schwere und Dauer der Beschwerden sind im allgemeinen abhängig von der applizierten Strahlenmenge, von der bestrahlten Körperregion und von der individuellen Empfindlichkeit eines Patienten. Wird die Strahlendosis erhöht, so steigern sich gleichzeitig die Katererscheinungen. Nach Krinski und Gauß tritt nach besonders hohen Dosen, wenn sie in einer Sitzung appliziert werden, kein Kater mehr auf; besonders heftig reagiert der Körper nach Bestrahlungen der Bauch- und Brusthöhle und des Gehirns. Die Beschwerden treten meistens noch verstärkt auf nach direkten — oft nur sehr kurzen — Bestrahlungen des Magens und dauern oft tagelang. Nach den Beobachtungen von Simons sind psycho-neurotische Individuen zum Kater besonders disponiert. Die grundlegende Ursache des Röntgenkaters erblickt Simons in einer Irritation im Verdauungstrakt. Schädigung der Magen- und Darmschleimhaut durch Strahlen, durch die die Symp-

tome des Katers hervorgerufen werden können, sind nicht mit dem Kater zu identifizieren. Simons meint, eher müßte man annehmen, daß ein Reizzustand im Nervengebiet des Magen- und Darmtraktes zu den Erscheinungen führe; jedoch sei die erhöhte Reizbarkeit des Nervengebietes nicht als reine Intoxikationserscheinung aufzufassen. Auch an eine Vergiftung durch Ozon oder nitrose Gase glaubt Simons nicht. Übelsein, das oft bei Betreten des Röntgenzimmers auftritt, ist als Reaktion aufzufassen, die bei psycho-neurotischen Individuen, die schon einmal einen Röntgenkater gehabt haben, auftritt. Im Gegensatz zu Rieder erkennt Simons die Möglichkeit einer Röntgentoxämie durch zerfallene Tumormassen nicht an, und zwar mit der Begründung, daß der Zeitunterschied zwischen Bestrahlung und Auftreten der Katersymptome zu gering sei. Außerdem hat das Experiment erwiesen, daß auch gesunde Menschen bei entsprechenden Bestrahlungen reagieren. Was Simons eher für möglich hält, ist, daß durch Leukozytenzerfall gebildete toxische Produkte eine Rolle spielen. In erster Linie wird jedoch ein durch Röntgenstrahlen direkt auf das Nervensystem ausgeübter Reiz angeschuldigt. Halberstädter und Simons haben Pflanzen bestrahlt und dabei festgestellt, daß die Zellen durch die Strahlen einen kräftigen Reiz erhalten, ohne daß eine Degeneration eintritt und daß die Reizbreite in umgekehrtem Verhältnis zur Strahlenempfindlichkeit der Zellen steht. Daraus glaubt Simons schließen zu können, daß bei der Tiefentherapie angewandte Strahlenmengen einen Reiz auf das betroffene Nervengebiet ausüben, ohne eine degenerative Schädigung hervorzurufen. Im übrigen stellt Simons fest, daß Intensität und Dauer der Katererscheinungen mit der Größe der Dosis parallel gehen; ferner, daß das Auftreten der Beschwerden mit Größerwerden der Dosis beschleunigt wird. Es versteht sich, daß Individuen mit gesteigerter Reizbarkeit des Nervensystems auf kleinere Dosen reagieren. Dasselbe gilt für Menschen mit labilem Nervensystem; bei diesen kommt noch hinzu, daß sie im allgemeinen mit heftigen Beschwerden reagieren. Mit der „Aufladungstheorie" von Wintz ist Simons absolut nicht einverstanden; denn, wenn die Ansicht richtig wäre, dürften nach kurzen Bestrahlungen des Abdomens keine heftigen Beschwerden auftreten, während nach langdauernden Bestrahlungen der Extremitäten, bei denen sicherlich eine stärkere Aufladung eintritt, selten Katersymptome in Erscheinung treten. Zugegeben wird von Simons, daß die Elektrizität das Nervensystem in einen Erregungszustand versetzen und das Auftreten von Katererscheinungen begünstigen kann. Es ist als ein Glück zu bezeichnen, daß die Kater-

erscheinungen meist harmloser und vorübergehender Natur sind. Schwere Erscheinungen seitens des Herzens sind selten. Man muß jedoch bedenken, daß Erbrechen und Brechreiz durch Verhinderung der Nahrungsaufnahme die Kräfte eines dekrepiden Individuums entscheidend herabsetzen können. Außerdem ist das Reizwachstum maligner Geschwülste nach unzulänglicher Bestrahlung, zu der es meistens kommt, wenn die Patienten bei der ersten Bestrahlung einen heftigen Röntgenkater gehabt haben und weitere Bestrahlungen ablehnen, eine Erscheinung, die Beachtung verdient. Allein schon diese Punkte wären Grund genug, therapeutische Maßnahmen zur Vermeidung oder wenigstens Linderung des Katers zu ergreifen. Simons fordert an erster Stelle gute Lüftung der Röntgenräume. Wenn auch die Gase allein keine Katererscheinungen hervorrufen, so können sie doch die Symptome verstärken. Die zweite Forderung geht dahin, daß man die zur Behandlung erforderliche Dosis nicht in einer Sitzung appliziert. Der Körper soll Zeit haben, die durch den Zerfall von Leukozyten entstandenen toxischen Produkte, mit denen das Blut überladen wird, unschädlich zu machen und auszuscheiden. An dritter Stelle ist es erforderlich, den Allgemeinzustand durch Arsenikalien zu heben. Jedoch sind diese Maßnahmen allein nicht ausreichend, den Röntgenkater zu unterbinden. Da die Katererscheinungen durch die Absorption von Strahlen im Nervengewebe hervorgerufen werden, muß die durch die Strahlen bedingte gesteigerte Reflexerregbarkeit des Nervensystems herabgesetzt werden. Diese Wirkung kann man durch die Verabreichung narkotischer Mittel erreichen. Die Wirkung dieser symptomatischen Therapie kann aber nur solange anhalten, als das Nervensystem unter dem Einfluß des Narkotikums steht. Ist die Wirkung des Mittels abgeklungen, so muß der Reizzustand wieder manifest werden. Das Narkotium muß also bis nach Ablauf der Röntgenreizdauer wirken. Nach der Ansicht von Simons ist es erforderlich, die Reflexerregbarkeit im Nervenversorgungsgebiete des Verdauungstraktes während der ganzen Dauer des spezifischen Röntgenreizablaufes herabzusetzen. Das ist gleichbedeutend mit einer Beeinflussung von dreitägiger Dauer. Es wäre unverantwortlich — so meint Simons —, einen Patienten für solange Zeit unter den Einfluß stark wirkender Narkotika zu setzen, um prophylaktisch starke Katererscheinungen anzugehen. Injektionen derartiger Alkaloide sind bei ambulanter Behandlung technisch undurchführbar. Die Verabreichung per os wird oft durch Erbrechen unmöglich oder unwirksam gemacht. Simons fordert ein Mittel, das folgende Bedingungen erfüllt:

1. Seine pharmakologische Beschaffenheit muß die Reflexerregbarkeit (besonders im Verdauungstrakt) herabsetzen;

2. es muß ohne irgendwelche Nachteile und Gefahren für den Patienten längere Zeit hindurch dauernd in ausreichender Dosis angewandt werden können;

3. es muß bequem zu verabreichen sein, am besten per os, ohne die Geschmacksnerven und den Magen irgendwie merklich zu belästigen.

Simons pflegt bei Röntgenkater Baldriantinktur zu verabreichen. Häufig soll eine Linderung der Beschwerden feststellbar gewesen sein. Um die Wirkung des Borneol besser auszunützen, brauchte Simons Neo-Bornyval-Perlen. Das Präparat wurde vom Magen gut vertragen. Im Tierversuch war nach Verabreichung des Neo-Bornyval eine Herabsetzung der Reflexerregbarkeit, eine Steigerung des Blutdruckes und eine Erhöhung der Frequenz der Atemzüge nachweisbar. Simons hat nun Neo-Bornyvalgaben bei Patienten, die nach der ersten Bestrahlung mit heftigen Beschwerden reagierten, verabreicht. Des weiteren wurde das Mittel Patienten gegeben, die bei früheren Bestrahlungen besonders heftige und lange andauernde Beschwerden gehabt hatten. Zuletzt wurden die Versuche noch auf die Prophylaxe ausgedehnt; Neo-Bornyval bekamen solche Patienten vor der Bestrahlung, die noch nicht bestrahlt worden waren und solche, die bei früheren, gleichartigen Bestrahlungsserien mit heftigen Katererscheinungen reagiert hatten. Der Erfolg war bei allen Patienten schon bei Verabreichung kleiner und mittlerer Dosen recht gut. Bei allen, die mit dem Mittel behandelt wurden, trat eine Linderung der Beschwerden ein. Völlige Unterdrückung der Symptome wurde allerdings nur selten erreicht. Simons gibt aber an, daß immer ein für den Patienten erträglicher Zustand erreicht wurde, besonders dann, wenn große Dosen verabreicht wurden. Erbrechen trat nur noch ganz vereinzelt auf, während Brechreiz noch ziemlich häufig beobachtet wurde. Appetitlosigkeit, die früher bei einigen Patienten längere Zeit angehalten hatte, wurde rasch beseitigt. Besonders gut war der Erfolg bei neurasthenischen und neuropathischen Individuen. Wortsuggestion wurde in allen Fällen vermieden. Die von Simons verabreichte Dosis war 5—6 mal täglich 2 Perlen. An Bestrahlungstagen wurden davon je 2 vor und nach der Bestrahlung gegeben. Bei prophylaktischer Anwendung gab Simons das Präparat bis zum 3. Tag nach Beendigung der Bestrahlung.

Simons hält die psychische Beeinflussung bei den Patienten für

zu wichtig. Die Versuchsergebnisse und die Therapie decken sich nicht. Nach den heutigen Erkenntnissen, ist es unmöglich, mit Baldriantropfen und mit Neo-Bornyval den Röntgenkater zu vermeiden. Die Fälle, die auf Grund dieser Therapie keinen Kater bekamen, hätten bestimmt auch ohne diese Präparate die Bestrahlung katerfrei überstanden. Daß vor allen Dingen durch diese Therapie Psychopathen und Neurastheniker günstige Ergebnisse zeigten, ist für das vorgeschlagene Mittel bezeichnend genug.

*

Hirsch hat zahlreiche Untersuchungen angestellt, um die Reiz- und Lähmungsdosis für die Hypophyse festzustellen. Hirsch fiel nun auf, daß Patienten, die mit der Hypophysenreizdosis bestrahlt worden waren, auf sich anschließende Intensivbestrahlungen nicht so „sauer", d. h. mit Katererscheinungen, reagierten. Selbst bei Bestrahlungen der Abdominal- und Thoraxorgane traten Katersymptome in nicht sehr starker Form auf. Bei einer Patientin, die wegen einer Psoriasis am Kopfe bestrahlt und bei der später die ovarielle Kastration vorgenommen wurde, traten die sonst fast ausschließlich schweren Folgeerscheinungen nicht auf. Hirsch schloß daraus, daß die gesteigerte Tätigkeit der Hypophyse durch ihre Beziehungen zu den anderen endokrinen Organen auf deren Funktion einen nicht unwesentlichen Einfluß ausübte. Das war eine wichtige Erkenntnis und eine Aufmunterung, weiter nach den Ursachen des Röntgenkaters zu forschen; denn die Wirkung, die der Kater auf viele Patienten ausübte, war oft schwerwiegender Natur. Mancher Patient, der nach der Bestrahlung die unangenehmen Folgen verspüren mußte, verweigerte die weitere Behandlung und verkürzte dadurch sein Leben manchmal um mehrere Jahre. Damals befaßten sich nun viele mit dem Problem des Röntgenkaters. Wo viele Forscher arbeiten, entstehen auch meistens viele Theorien: In Zürich machte man vor allen Dingen die Magenbestrahlung — auch bei geringen Dosen — für das Auftreten von Katererscheinungen verantwortlich. Hirsch machte die Erfahrung, daß nach Bestrahlungen mit kleinen Dosen — gleich welche Körperregion getroffen wurde — niemals typische Katererscheinungen auftraten. Hirsch deutet die unter den genannten Bedingungen auftretenden Symptome als Ausdruck neuropathischer Veranlagung der Patienten. Er gibt zu, daß manchmal bei ungeeigneten Räumen, in denen lange gearbeitet worden ist, eine Atmosphäre entsteht, die zu Übelkeit Anlaß geben kann, wenn der Patient empfindlich ist. Abgelehnt werden die Theorien, daß der Kater durch das Entstehen von Ozon, salpetriger Säure oder durch

einen veränderten Chemismus (Entstehen von Cholin) oder endlich durch die elektrische Aufladung des Patienten entsteht. Auch die Theorie, wonach durch die Bestrahlung eine Veränderung der Leberfunktion eintritt, wird von Hirsch nicht anerkannt. Im übrigen wird noch die von Strauß aufgestellte Theorie angeführt. Strauß hat nachgewiesen, daß nach Röntgenbestrahlung eine Vermehrung des Cholesteringehaltes im Serum und eine Verarmung der Nervenzellen an Cholesterin auftritt. Auch die Ansicht von Simons wird angeführt. Hirschs feste Überzeugung ist, daß der Röntgenkater die Folge von Schädigungen ist, die in bestrahlten Gebieten erzeugt wird. Bei jeder Röntgenbestrahlung werden empfindliche Organsysteme betroffen: Die endokrinen Düsen. Lediglich nach streng lokalisierten Bestrahlungen der Extremitäten treten keine Katererscheinungen auf. „Und das", so sagt Hirsch, „ist kein Zufall". Das Zerschlagen der endokrinen Organe begünstigt das Auftreten kachektischer Zustände; irreparable Schädigung der innersekretorischen Blutdrüsen führt zur Kachexie. Hirsch erklärt, „daß die akute Schädigung der funktionellen Zusammenarbeit des endokrinen Systems durch die Röntgenstrahlen die Ursache für das Auftreten des Katersymptomenkomplexes ist." Auf diesem Wege lassen sich Molimina graviditatis als Schwangerschaftskater infolge Ausschaltung der Ovarien, der Narkosekater als toxische Wirkung des Chloroforms oder Äthers auf die endokrinen Organe und schließlich auch der klassische Kater als eine Alkoholintoxikation dieses Systems erklären. Selbstverständlich können auch lokale Reize und Schäden eine Rolle spielen. Um eine Schädigung des hypophysären Systems durch evtl. Kumulierung der Strahlenwirkung zu vermeiden, wurde auf eine jedesmalige Reizdosis auf die Hypophyse verzichtet. Hirsch kam der Funktion der endokrinen Drüsen durch Organextrakte zu Hilfe und konnte eine gute Beeinflussung des Röntgenkaters feststellen. Extrakte aus dem Hypophysenhinterlappen zeigten keine große Wirkung, während es auf die Applikation von Hypothysenvorderlappenextrakten zu einer deutlichen Leukozytose kam, die Hirsch als Ausdruck der Funktionssteigerung der gesamten „Endokrinen" auffaßt. Hirsch betrachtet den Röntenkater in erster Linie als einen Ermüdungs- und adynamischen Zustand, der auf einer Insuffizienz der Nebennierenrinde beruht. Die Firma Passek und Wolf in Hamburg stellte ein einwandfreies Nebennierenrindenpräparat her, das den Patienten s. c. appliziert wird. Die Erfolge bei der Bekämpfung des Röntgenkaters waren eindeutig gut. Gemischt wurde dieses Präparat mit einem Extrakt aus der Blutdrüse,

die bei der Bestrahlung jeweils am stärksten betroffen wird. Wie die Wirkung der Extrakte vor sich geht, läßt Hirsch unentschieden. Auf jeden Fall sind nach den letzten 300 Bestrahlungen seit Einführung der Behandlung mit Organextrakten kaum noch Katererscheinungen infolge der Röntgenbehandlung beobachtet worden. Die Patienten werden 8—14 Tage vorbehandelt; es wird ihnen Hypantak (Vorderlappenextrakt), Epikortak (Nebennierenextrakt) mit einem Extrakt der „Endokrinen", die der stärksten Schädigung ausgesetzt ist, kombiniert injiziert. Örtliche oder allgemeine Erscheinungen treten nicht auf. Narkotika wie Morphium und Skopolamin sollen nicht verabreicht werden, weil sie die günstige Wirkung der Organextrakte ungünstig beeinflussen, evtl. sogar aufheben können. Um der Röntgenkachexie und anderen kachektischen Zuständen vorzubeugen, wird die Behandlung auch einige Zeit nach der Bestrahlung fortgesetzt.

Hirschs Theorie über die Ursache und Bekämpfung des Röntgenkaters ist recht einleuchtend. Was die Sicherheit des Erfolges betrifft, so muß man in jedem Fall skeptisch sein, weil jeder Autor auf Grund seiner therapeutischen Maßnahmen Erfolge feststellen zu können glaubt. Die Versuche, die dann andere Röntgenologen mit dem gleichen Mittel genau nach Vorschrift aufnehmen, sind meistens zum Scheitern verurteilt, indem sie ein negatives Ergebnis zeitigen.

*

Pape stellt zu Beginn seiner Abhandlung fest, daß man in der Entwicklung der Frage des Röntgenkaters drei Perioden unterscheiden kann. In der ersten Zeit betrachtete man den Röntgenkater als ein bei der Bestrahlung auftretendes unabwendbares Übel. Als man sich doch einmal mit dem Problem beschäftigte, war der Zeitpunkt zum Beginn der zweiten Periode gekommen. Jetzt beschuldigte man die Luft im Röntgenzimmer und forderte gute Ventilation. Des weiteren glaubte man an die Bildung von salpetriger Säure, Ozon und organischen Ozonderivaten. Auch die Aufladung des Bestrahlungsobjektes wurde für die Entstehung des Röntgenkaters verantwortlich gemacht. In der dritten Periode verlegt man die Ursache für die Beschwerden in das Bestrahlungsobjekt selbst. Miescher beschuldigt den Magen der Überempfindlichkeit. Behne denkt an die Entstehung toxischer Produkte, die durch Leukozytenzerfall im Blutkreislauf entstehen und von Pape als Röntgentoxin bezeichnet werden. Müller (Marburg) glaubt an eine Reizkörper-

wirkung infolge von Zellverfallsprodukten. Die von Hirsch empfohlenen Organextrakte sind an der Klinik Papes noch nicht erprobt, so daß die Hirsch'sche Theorie sich noch als richtig erweisen kann. Was die Theorie des Röntgentoxins betrifft, so hat sich Pape eingehend mit diesen Dingen beschäftigt. Er hat gesunden Menschen Blutserum von Patienten, die mit hohen Dosen bestrahlt worden waren und starke Katererscheinungen aufgewiesen hatten, injiziert, ohne daß die Versuchspersonen Leukozytenabfall oder Übelkeit oder sonstige Beschwerden bekommen hätten. Pape hält das Ergebnis für den Ausdruck vielleicht zu geringer Mengen des injizierten Serums (40 ccm). Es bleibt demnach die Frage der Bildung von toxischen Abbauprodukten offen. Parrisius hat beobachtet, daß Patienten, die wegen Leukämie bestrahlt wurden, auf kleine Strahlendosen mit gewaltigem Leukozytensturz und enormen Katererscheinungen reagierten. Wenn karzinomkachektische Individuen, bei denen nach Bestrahlung doch sicher eine gewaltige Einschmelzung minderwertiger Zellen stattfindet, keine Katerbeschwerden aufweisen, so glaubt Pape, das damit erklären zu können, daß bei diesen Menschen durch das Darniederliegen der gesamten Körperfunktionen die Reaktion ausbleibt. Außerdem ist es möglich, daß weniger das Protoplasma als vielmehr die Leukozyten die toxischen Produkte bilden. Im übrigen tritt die Strahlenwirkung auf die Zellen später ein als das bei den Leukozyten der Fall ist. Um die Ausschwemmung der Röntgentoxine zu beschleunigen, gab Pape — genau wie Voltz, der in vollkommener Unabhängigkeit die gleichen Versuche gemacht hat — 200 ccm physiologische Kochsalzlösung s. c. Beide Autoren haben eine — wenn auch oft nur geringe — Herabminderung der Beschwerden feststellen können. Vielleicht ist die von Voltz beobachtete Herabminderung des Chloridgehaltes des Blutes mit schuld am Auftreten der Katererscheinungen. Es besteht aber auch die Möglichkeit, daß die unangenehmen Folgen der Bestrahlungen auf einer Änderung der Gewebsflüssigkeit und ihrer Zusammensetzung an bestimmten Ionen beruht. Jede Konzentrationsänderung wirkt auf die Zellkolloide bzw. deren Membran, d. h. die Zellmembran erhält durch die umgebende Zellflüssigkeit eine elektrische Aufladung bestimmten Potentials, die für die Zustandsform und das Gleichgewicht der Zelle bestimmend ist. Eine Verschiebung der Ionenkonzentration bringt es schließlich zu einer Störung der Gesetzmäßigkeit der Elektrolytkombinationen und damit zu einer Veränderung des Zellstoffwechsels.

Auf Grund dieser Überlegungen ging Pape an die folgenden Experimente:

Pape gab seinen Patienten 10 ccm einer Ca-Lösung i. v. Mit 10 %igem Afenil war keine eindeutige Wirkung erkennbar. Als Pape 10 %iges Na Cl und 0,02 Ca-Chlorid mit Afenil kombinierte und von dieser Kombination 5 ccm i. v. injizierte, trat eine Verminderung der Katerbeschwerden auf. Auch mit Mg-Sulfat hat Pape Versuche gemacht, ist aber wegen der Gefährdung des Atemzentrums von diesen Experimenten abgegangen. Die Tatsache, daß neurasthenische und Patienten mit manischen Erscheinungen im besonderen Maße unter Katerbeschwerden leiden, führt zu der Überlegung, ob nicht eine hemmende, sedative Beeinflussung des Nervensystems zu einem Erfolg führen könnte. Pape nimmt an, daß die Applikation von Ca eine Verminderung der Erregbarkeit des vegetativen Nervensystems herbeiführen würde. Ca wirkt aber erst in einer Kombination mit Na Cl. Strauß stellte im Tierversuch nach langer Bestrahlung eine steigende Verminderung der Kalkausscheidung fest. Zwei weitere Autoren — K o h l m a n n und A n d e r s o n — haben auch der Kalkauscheidung erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt. M a h n e r t hat eine Herabsetzung des Kohlensäurebindungsvermögens im Blute nach Röntgenbestrahlung nachgewiesen. Wichtig an dieser Feststellung ist, daß die Kohlensäurespannung eine Einwirkung auf das Nervensystem hat. Von einer Applikation von Skopolamin-Morphium hat Pape wegen der Reizung des Brechzentrums Abstand genommen, obwohl es von verschiedenen Seiten empfohlen wurde. Pape gibt eine Stunde vor der Bestrahlung per Klysma Chloralhydrat 3,0 kombiniert mit 5,0 Na-Bromat in 50 ccm Tee aufgelöst. Die damit erzielten Erfolge werden als gut bezeichnet. Die vergrößerte Empfindlichkeit des N. S. kann auch die Geruchs- und Geschmackssensationen, den Ozongeruch und -Geschmack hervorrufen. Pape hält es allerdings für möglich, daß Ozon im Körper entsteht. Jedoch ist der Versuch, Ozon im Körper nachzuweisen, bisher nicht geglückt. Pape schließt seine Abhandlung mit der Feststellung, daß die Lösung des Problems des Röntgenkaters erst dann möglich sein wird, wenn die biologische Wirkung der Röntgenstrahlen erkannt ist.

Bezeichnend für Papes Arbeit ist der schwache Glaube an seine Theorie. Wie jeder Autor, so hat auch er mit seiner Therapie Erfolge erzielt. Ob die therapeutischen Maßnahmen Daseinsberechtigung haben, muß die Zukunft beweisen.

*

Scholz vertritt die Meinung, daß der Röntgenkater nichts anderes ist, als eine Gasvergiftung; denn in einem Hospital mit einer unpraktischen und veralteten Röntgenapparatur sind durch häufige gründliche Lüftungen die unangenehmen Nachwirkungen der Röntgenbehandlung vermieden worden. In einem anderen Krankenhaus wurden besondere Ventilationseinrichtungen angebracht und dadurch das Auftreten von Katersymptomen unterbunden. Kurz nach Einführung der Coolidge-Röhren und auch teilweise stärkerer Maschinen nahmen die Klagen über Zunahme der unangenehmen Begleiterscheinungen seitens der Patienten und seitens des Personals zu. Bei der Forschung nach den möglichen Ursachen, ging man von der Annahme aus, daß die Vergiftungserscheinungen, als die Scholz den Röntgenkater auffaßt, nur von zwei Seiten herrühren können:

1. Von der Röntgenmaschine selbst samt der bis an die Röhre reichenden Hochspannungsleitung;
2. von den von der Röhre emittierten Strahlen.

Würde sich feststellen lassen, wer von den beiden Faktoren die Katererscheinungen hervorruft, so könnte man bei der Schuld von 1 von einer Gasvergiftung, bei der Schuld von 2 von einer Röntgenstrahlenvergiftung sprechen. Gegen 1 wäre ein vollständiger Schutz möglich, gegen 2 wäre das Personal, aber nicht der Patient zu schützen. Bei der Inangriffnahme des Problems kam Scholz der Umstand zu Hilfe, daß ein ihm bekannter Röntgenologe am eigenen Körper Beobachtungen gemacht hatte, die ein wichtiger Fingerzeig waren. Dieser Röntgenfachmann übte seit 14 Jahren seinen Beruf aus und hatte zeitweilig unter sehr ungesunden Verhältnissen gearbeitet. Seine Arbeitsstätte war bisweilen ein dunkles Zimmer, in dem eine Lüftung kaum möglich war. Oft mußte der Röntgenologe stundenlang fluoroskopieren, befand sich dabei in einem fensterlosen Zimmer, dessen einzige Lüftungsmöglichkeit die nach einem Gang führende Tür war. Als Schutz wurden in der Regel nur Handschuhe, hin und wieder auch Brille, Maske oder Schürze verwandt. Der Schutz im Aufnahmezimmer bestand aus einer Blei- oder Mauerwand. Während des Winters wurde kaum gelüftet; die Aufenthaltsdauer in dem beschriebenen Raum betrug bis 14 Stunden am Tag. Ein halbes Jahr nach Einführen der Coolidgeröhre machte sich zeitweilig ein Jucken an der Rückseite des linken Ellbogens bemerkbar. Nach einiger Zeit kam noch Juckgefühl an Stirn, Brust und beiden Schultern hinzu. Ein zweiwöchiges Aussetzen der Fluoroskopie brachte diese Symptome

— offensichtliche Verbrennungen — zum Verschwinden. Der Ellenbogen wurde mit einer Bleigummiplatte wirkungsvoll geschützt. Nach 4 Wochen trat das Jucken an denselben Stellen wieder auf. Dazu kam nach längerem Fluoroskopieren Unlust zur Arbeit, Müdigkeit, Schläfrigkeit und Hustenreiz. Der Geruch im Durchleuchtungszimmer wurde als lästig empfunden und verursachte manchmal mehr oder weniger starke Nausea. Eine kurze Fahrt im offenen Auto nach derartigen Anfällen beseitigte die Symptome. An einem besonders arbeitsreichen Tag kam es während der Arbeit zu einem Ohnmachtsanfall mit heftigem Erbrechen. Bis zum nächsten Tag trat vollkommene Erholung ein. Kurz nach Beginn der nächsten Fluoroskopie trat so starker Brechreiz ein, daß die Untersuchung abgebrochen werden mußte. In den folgenden Tagen löste allein das Betreten des Röntgenzimmers unangenehme Gefühle aus. Das Inbetriebsetzen der Maschine zwang zum Verlassen des Zimmers. Die mikroskopische Untersuchung des Blutes ergab einen pathologischen Befund. Das Wegbleiben von der Röntgenarbeit für einige Tage führte zu vollständiger Erholung. Wiederaufnahme der Röntgenarbeit, besonders Fluoroskopieren, rief die aufgezeichneten Symptome wieder hervor. Erst ein Umstellen der gesamten Apparatur ermöglichte die weitere Ausübung der röntgenologischen Tätigkeit: Der Untersucher saß beim Fluoroskopieren in einem separaten, gut ventilierten Zimmer, während der Röntgenologe seinen Beruf fast ganz auf, der Versuch, in nahm den Durchleuchtungsschirm und die Reguliervorrichtung für das Diaphragma auf. Bei der Anlage ist für größte Abdichtung gesorgt. Da diese Art der Untersuchung sehr unbequem war, gab der Röntgenologe seinen Beruf fast ganz auf, der Versuch, in der üblichen Weise zu fluoroskopieren war an dem Wiederauftreten der alten unangenehmen Symptome gescheitert. Es ist somit erwiesen, daß die Erscheinungen nur der Röntgenzimmerluft zuzuschreiben sind. Als an der Klinik, an der Scholz tätig ist, eine neue Röntgenapparatur benötigt wurde, ließ man eine Spezialkonstruktion anfertigen. Das ganze System ist darauf eingestellt, das Untersuchungszimmer von Giftgasen freizuhalten. Es wurde eine Röntgenmaschine aufgestellt, die imstande ist, eine Sekundärspannung bis zu 300 000 Volt zu liefern. Die ganze Maschinerie wurde im Behandlungszimmer aufgestellt und luftdicht von dem übrigen Teil des Zimmers abgeschlossen. Durch ein Glasfenster kann das Innere der Maschine beobachtet werden. Eine Türe gestattet im Bedarfsfalle den Zutritt. Die Röhre ist strahlendicht

abgedeckt. Nur eine kleine Öffnung läßt die Strahlen hindurch. Ein bleibeschlagener Tubus von variierender Weite kann eingesetzt werden. Die Röhre wird so gekühlt, daß die warme Luft direkt ins Freie abgeführt wird. Die Hochspannungsleitung und der übrige Teil der Apparatur ist so installiert, daß sogar nach stundenlangem Betrieb kein Röntgengeruch im Zimmer festzustellen ist. Auch das Röntgenschutzgehäuse ist vollkommen strahlensicher. Das Maschinengehäuse wird durch Offenlassen eines großen Fensters und einen Ventilator entlüftet. Bis zum Erscheinen dieser Arbeit waren 41 Patienten, darunter einige mit Pankreas- und Magenkarzinom bestrahlt worden, ohne daß bei einem einzigen Erbrechen aufgetreten wäre. Auch über schlechten Geruch oder Übelkeit während oder unmittelbar nach der Behandlung hat sich noch niemand beklagt, obwohl einige wiederholt und stundenlang behandelt wurden. Versuchshalber wurde die Luft aus dem Gehäuse abgepumpt und in ein benachbartes Zimmer geleitet. Der dort plazierte Patient beklagte sich alsbald über die schlechte Luft, die Übelkeit bei ihm hervorrufe. Andere Patienten wurden in den Raum gesetzt, in dem der Transformator steht. Alle klagten über Unwohlsein. Bei 3 von Scholz behandelten Patienten trat nach 4 bezw. 8 bezw. 9 Tagen heftiges Unwohlsein auf, das von Appetitlosigkeit, Müdigkeit und Fieber begleitet war. Scholz glaubt in diesen Fällen an Resorptionsfieber mit den üblichen Nebensymptomen.

Des weiteren beschäftigt sich Scholz mit der elektrischen Aufladung der Patienten. Er glaubt, daß diese Aufladung zur Hervorbringung der sog. Vergiftungserscheinungen beitragen könne. Nach Scholz' Meinung besteht die Gefahr, daß die Röhre durchschlägt. Zur Sicherheit des Betriebes fordert Scholz eine sorgfältige Erdung, die durch Verwendung von Metalltischen am besten zu erreichen ist. Ferner weist er darauf hin, daß immer die Individualität der Menschen berücksichtigt werden muß. Allein die individuelle Geruchsempfindlichkeit spielt eine Rolle, die man nicht unbeachtet lassen darf.

In den Schlußfolgerungen wird noch einmal festgestellt, daß die im Röntgenzimmer beobachteten Vergiftungserscheinungen einschl. des sog. Röntgenkaters, auf einer Gasvergiftung beruhen, die durch technische Hilfsmittel völlig vermieden werden kann. Erscheinungen, die erst längere Zeit nach der Behandlung auftreten, sind als Resorptionserscheinungen aufzufassen. Die Gefahr für das Personal kann auch technisch vermieden werden. Zum Schluß er-

geht an alle Röntgenologen die Ermahnung, für ausreichenden Schutz beim Fluoroskopieren Sorge zu tragen.

Die Gasentwicklung im Röntgenzimmer kann unmöglich von so großer Bedeutung sein, wie Scholz es wahrhaben möchte. Es ist ein absoluter Widerspruch, wenn Scholz auf der einen Seite die Isolierung und Entlüftung des Maschinenraumes für außerordentlich wichtig hält und angibt, daß durch die Maßnahme bei den Patienten keine Katersymptome auftreten, auf der anderen Seite der als „Paradefall" angeführte Röntgenologe trotz dieser Isolierung durch Erbrechen usw. sich veranlaßt sieht, seinen Beruf aufzugeben.

*

Sielmann führt als erstes einen Versuch an, den er gemeinsam mit Voltz an der hiesigen Frauenklinik an einer Patientin durchgeführt hat: Eine wegen Wirbelsäulensarkom bestrahlte Patientin litt unter heftigsten Röntgenkatererscheinungen. Nach Verabreichung eines Klysmas von 300 ccm physiologischer Na Cl-Lösung gingen die Katersymptome stark zurück. Weitere Untersuchungen und Forschungen ergaben, daß nach Röntgentiefenbestrahlungen der Na Cl-Gehalt im Blutserum, der Blutfarbstoff und die Zahl der roten Blutkörperchen absinkt. Orale und intravenöse Verabreichung von hypertonischer Na Cl-Lösung führte ebenfalls zu Erfolgen. An Mensch und Tier wurde experimentell festgestellt, daß nach Röntenbestrahlung eine stark vermehrte Kochsalzausscheidung im Harn und eine vermehrte Harnausscheidung überhaupt stattfindet. Bei einer Patienten, die wegen Sarkoma colli bestrahlt wurde, beobachteten Voltz und Sielmann, daß bei gleichbleibender Kost — salzfrei mit 10 g Na Cl-Zulage — die Ausscheidung an Flüssigkeit und auch an Kochsalz im Harn an den Tagen der Bestrahlung anstieg, im Gegensatz zu den bestrahlungsfreien Tagen. An einem Blasenfistelhund fand man ein eindrucksvolles Ergebnis: Nach Anlegung der Blasenfistel wartete man 5 Wochen die Verheilung der Buchwunde ab; 24 Stunden vor jedem Versuch blieb das Tier nüchtern. Mit einer Schlundsonde wurden dem Tier zugeführt:

1. 300 ccm Aqua destillata,
2. 300 ccm physiolog. Na Cl-Lösung,
3. 300 ccm 2 %ige Na Cl-Lösung.

Die drei Versuche wurden einmal ohne, später dann mit Bestrahlung gemacht. Zwischen jedem der 6 Versuchstage war eine Pause von 3—5 Tagen eingeschaltet.

1. Bei Verabreichung von 300 ccm Aqua dest. scheidet das Tier innerhalb von 24 Stunden 356 ccm Harn und 68 mg Na Cl aus.

2. Bei 300 ccm physiologischer Na Cl-Lösung 367 ccm Harn und 275 mg Na Cl.

3. Bei 300 ccm 2 %iger Na Cl-Lösung kommt es in 12 Stunden zur Ausscheidung von 305 ccm Harn und 436 mg Na Cl.

Nach Bestrahlung:

1. 506 ccm Harn, 172 mg Na Cl; Erbrechen.
2. 509 ccm Harn, 472 mg Na Cl; Erbrechen.
3. 244 ccm Harn, 734 mg Na Cl; kein Erbrechen.

Es ist damit erwiesen, daß nach Röntgenbestrahlung eine vermehrte Kochsalzausscheidung stattfindet. Woher der Organismus dieses Kochsalz nimmt, war die nächste Frage, die Sielmann interessierte.

Folgender Tierversuch brachte die Lösung:

Ein Hund wurde laparatomiert. Es wurde ihm ein Stückchen Leber und ein Stückchen Haut abgeschnitten. Die Bauchdecke wurde mit wenigen Nähten verschlossen und anschließend eine Bestrahlung durchgeführt. 5 Stunden nach der Bestrahlung wurde wieder je ein Stückchen Leber und Haut entnommen. Die Feststellung des Feuchtigkeits- und Na Cl-Gehaltes der Leber und der Haut ergaben, daß der Na Cl-Gehalt sprungweise absinkt. An Patienten mit Leberaffektionen haben Sielmann und N a u d a beobachtet, daß auch nach Röntgenbestrahlungen keine erhöhte Na Cl-Ausscheidung stattfindet. Daraus erhellt, daß die Leber als das Haupt-Na Cl-Depot zu betrachten ist. Die Versuche von Sielmann haben also ergeben, daß nach Röntgenbestrahlung eine Störung im Na Cl-Stoffwechsel des Organismus eintritt, die ihren Ausdruck in vermehrter Kochsalz- und Harnausscheidung findet. Alle diese Versuche wurden an Individuen mit geringer Röntgenallgemeinschädigung vorgenommen. Sielmann unterscheidet zwei Grade:

1. Eine Röntgenallgemeinschädigung leichten Grades, das ist die Schädigung, die nach jeder Röntgenbestrahlung eintritt; sie kann mit oder aber auch ohne erkennbare äußere Symptome auftreten. In diesem Fall wird nur Na Cl vermehrt ausgeschieden. Bei der Röntgenallgemeinschädigung schweren Grades findet man Erbrechen und die anderen bekannten subjektiven Erscheinungen; es kommt zu großen Schwankungen im Na Cl-Spiegel des Serums in steigender und absinkender Richtung. Sielmann vermutet, daß nicht nur der Na Cl-Stoffwechsel, sondern auch der Eiweißstoffwechsel gestört ist.

2. Die vermehrte Ausscheidung von Na Cl im Harn und die Schwankungen des Na Cl im Serum bei schwerstem Röntgenkater berechtigten auf jeden Fall, als Therapie gegen den Röntgenkater Kochsalzlösung in irgendeiner Form zuzuführen. Gute Erfolge hat Sielmann auf Grund seiner Therapie gesehen. Bei 200 mit Na Cl-Lösung behandelten Patienten wurde bei 85 % der Ausbruch des Katers verhindert oder aber zumindest auf ein erträgliches Maß herabgesetzt. Bei der pharmazeutischen Fabrik Chemosan in Wien ist unter der Bezeichnung „Röntgenosan" Na Cl zu einem Gramm pulverisiert in weichen Gelatinekapseln in Glasphiolen in den Handel gebracht. Sielmann hat gesehen, daß sich der Röntgenkater durch Verabreichung von je 3 Kapseln vor und nach der Bestrahlung kupieren läßt. Von der 10 %igen Na Cl-Lösung genügen in den meisten Fällen eine Glasphiole = 10 ccm i. v. körperwarm injiziert.

Die Versuche von Voltz und Sielmann haben einwandfreie und unanfechtbare Resultate ergeben. Daß das Na Cl bei der Entstehung bezw. Vermeidung des Röntgenkaters eine Rolle spielt, ist nicht abzustreiten; aber allein ist der Na Cl-Haushalt nicht maßgebend. Sielmann und Voltz haben mit ihrer Therapie Erfolge gehabt. Es ist zu wünschen, daß das Mittel auch in der Hand anderer Röntgenologen nicht versagt.

*

Kottmaier erwägt zu Beginn seiner Abhandlung den Wert und Unwert einer Sterilisierung Lungentuberkulöser. Des weiteren hält er das Für und Wider der einzeitigen bzw. mehrzeitigen Röntgenkastration gegenüber. Auch bei der Kastration dürfte man — so meint Kottmaier — die Begleiterscheinungen der Röntgensterilisierung nicht außer Acht lassen. Die augenfälligste Erscheinung sei der Röntgenkater. Kottmaier führt Seitz und Wintz an, um die Schädigung bei einzeitiger Kastration zu erläutern. Seitz und Wintz haben bei einzeitig Kastrierten sofort nach der Bestrahlung, 6 Stunden später und 3 Tage nachher Blutuntersuchungen angestellt. Sie haben feststellen können, daß alle Formen des Blutbildes erheblich beeinflußt werden.

Sie fanden:

1. eine Verlängerung der Blutgerinnung, also eine Schädigung der Blutlipoide (Blutplättchen);

2. erhöhte Eisenausscheidung im Urin, also erhöhten Untergang von Erythrozyten;

3. eine Schädigung der Leukozyten, die zu einer Leukopenie führte. Nach 3 Tagen zeigten die Leukozyten noch keine Neigung zur Vermehrung;

4. eine Verminderung der Lymphozyten und eine Vermehrung der Polynukleären. Auf Grund dieser Zerstörungen kommt es nach Kottmaiers Ansicht zu Kopfschmerz, Mattigkeit, Erbrechen, Durchfällen und Fieber, also zum Röntgenkater. Die Schädigung hormonaler Drüsen läßt Kottmaier unerörtert. Für die Entwicklung des Röntgenkaters macht Seitz u. a. die Produkte des Zellverfalls verantwortlich. Um nun die Röntgenschäden herabzumindern, muß man nach Kottmaier jeden Fall mit einer entsprechenden Technik behandeln; die Gefahr des Röntgenkaters besteht in dem Reiz, den das körperfremd gewordene Eiweiß der zerfallenden und zerfallenen Blutzellen ausübt. Diese Gefahr ist für die Lungentuberkulose besonders groß und von besonderer Tragweite, da diese Patienten meistens eine recht labile Reaktionsfähigkeit haben. Die Abwehraktion fordert vom erkrankten Organismus soviel Kraft, daß er schließlich nicht mehr imstande ist, diese Kraft aufzubringen. Die Folge kann außer einer Verschlimmerung des Krankheitsbildes der Tod sein. Es ist also angebracht, von der einzeitigen Kastration abzusehen und die „verzettelte", d. h. mehrzeitige Kastration durchzuführen. Sehen wir uns das Ergebnis der Blutuntersuchung von Seitz und Wintz bei der verzettelten Kastrierung an, so finden wir, daß auch in diesen Fällen Substanzen entstehen, die die Blutgerinnung deutlich herabsetzen. Die Beeinflussung der Erythrozyten war weniger deutlich. Seitz und Wintz meinen dazu, „daß während der 2—3 Tage, die die Behandlung in Anspruch nahm, ein Teil der geschädigten Zellen sich erholen konnte". Die Leukopenie mit Lymphopenie und Vermehrung der Polynukleären war wieder vorhanden. Die übrigen Formanteile des weißen Blutbildes hatten weniger stark reagiert. Nach 3 Tagen sahen Seitz und Wintz die gleichen Störungen in der Blutzusammensetzung wie bei der Untersuchung sofort nach der Bestrahlung. Aber das Blutbild zeigte doch Erholungstendenz. Man sieht also, daß die Erschütterungen des Gesamtorganismus geringer sind und leichter überwunden werden, wenn man unterteilt und nicht einzeitig kastriert. Um eine Allgemeinschädigung des Körpers zu verhindern, hat Kottmaier folgendes gemacht: Er hat 30 Min. vor der Bestrahlung alle vier Extremitäten im Sinne einer Bier'schen Stauung mit möglichst viel Blut

gefüllt. Die Stauung bleibt während der Dauer der Bestrahlung aufrecht erhalten. Nach der Bestrahlung wird langsam eine Binde nach der anderen entfernt, um eine plötzliche Überbelastung des Herzens zu vermeiden. Kottmaier ist es gelungen, durch diese Stauung und unterteilte Kastration den Röntgenkater auf ein Minimum herabzumindern. Nur einige Patienten klagten nach der letzten Bestrahlung über Übelkeit und erbrachen vereinzelt. Kottmaier ging bei seinen Versuchen von dem Gedanken aus, dem direkten Kreislauf von seinen ca. 3,2 l Blut einen beträchtlichen Teil zu entziehen. Damit ist dieses Blut den unmittelbaren und wahrscheinlich auch mittelbaren Einwirkungen der Röntgenstrahlen entzogen. Die Stauung 30 Min. vor der Bestrahlung führt zu Ödemen und damit sind die empfindlichsten Blutzellen, die Leukozyten, der verderblichen radiologischen Wirkung entzogen. Durch Lösung der Stauung wird dem Körper nach Kottmaiers Schätzung etwa ½ l radiologisch nicht geschädigtes Blut zugeführt. Daß sich das auf den Patienten günstig auswirkt, dürfte klar sein.

Kottmaiers Gedankengang kommt schon der heute bestehenden Meinung sehr nahe. An den guten Erfolgen habe ich keinen Zweifel. Nur sind die Maßnahmen, die die Therapie erfordert, sehr umständlich und für den Patienten gewiß unangenehm. Das Streben geht nach Einfachheit und sicherer Wirkung.

*

Z w e i f e l führt aus, daß der Röntgenkater für ihn eine historische Reminiszenz sei. Das von ihm zur Vermeidung der Katersymptome angegebene Mittel ist sehr einfach: Die Röntgenröhre wird in einen Bleischutzkasten eingelagert. Es fallen nach Zweifel die Streustrahlen und die sich bildenden Gase aus. In 8 Monaten hat Zweifel 200 Bestrahlungen mit der verkapselten Röntgenröhre ausgeführt und angeblich keinen einzigen Röntgenkater mehr gesehen, obwohl in mehreren Fällen die Magen- und Lebergegend einige Stunden den Strahlen ausgesetzt war. Auch für das Röntgenpersonal soll die Zweifelsche Methode von unersetzbarem Wert sein.

Zweifels Arbeit ist kurz und bündig; aber sein Triumph soll nicht von langer Dauer sein. Er ist wieder einer der „Streustrahlen- und Gastheoretiker". Er schwingt eine unwirksame Waffe gegen einen längst totgesagten Feind.

*

Czepas Aufsatz ist eine Erwiderung auf die Arbeit Zweifels: „Kein Röntgenkater mehr". Mit sehr ironischen Worten stellt Czepa fest, daß es endlich geglückt sei, den Röntgenkater völlig auszuschalten. Anschließend wird die Theorie Zweifels zerpflückt. Czepa beginnt mit der Frage, wann bei Bestrahlungen Katersymptome auftreten. Abhängig ist das Auftreten von Katererscheinungen nach Czepa:

1. Von der bestrahlten Körpergegend,
2. von der Höhe der verabreichten Dosis,
3. von der Individualität des Patienten.

Ad. 1. Katererscheinungen treten am häufigsten und heftigsten auf nach Bestrahlungen der Oberbauchgegend, weniger häufig und heftig nach Bestrahlungen des Unterbauches, des Thorax und des Kopfes, fast nie nach Strahlenapplikationen auf die Extremitäten. Es hängt also von den betroffenen Organen und deren Zustand ab, ob und wie der Kater auftritt. Ein Leukämiekranker mit vergrößerter (sehr radiosensibler) Milz reagiert auf Bestrahlung dieses Organs schon auf Dosen, die ein Milzgesunder ohne die geringsten Beschwerden vertragen kann.

Ad. 2. „Je größer die Dosis, umso stärker der Kater." Dabei ist nicht die Oberflächen-, sondern die Raumdosis maßgebend. Es kommt auf die Größe des durchstrahlten Raumes und die Menge der absorbierten Strahlen an.

Ad. 3. Es gibt Patienten, die auf geringe Dosen schwere Störungen des Allgemeinbefindens aufweisen, während andere bei Bestrahlung der gleichen Körpergegend mit größeren Dosen erscheinungsfrei bleiben. Czepa bestrahlte einen 12jähr. Knaben, der ein Recidiv eines vor 2 Monaten operierten, das ganze Abdomen ausfüllenden Zylinderzellensarkoms der rechten Niere hatte, aus 30 cm Hautfokusdistanz durch 0,5 mm Zink in einer Sitzung mit Volldosis auf das ganze Abdomen, ohne daß der Knabe Katererscheinungen bekam. Eine Frau bekam 1/3-Volldosis durch Al.-Filter 5 mm, Einfallsfeld 10 × 10 cm, Hautfokusdistanz 24 cm auf die Milz und reagierte mit heftigsten Katersymptomen. Die Bestrahlung bei dem Knaben dauerte 30, bei der Frau 3 Min. Beide Patienten wurden mit der gleichen Apparatur bestrahlt; der Körper wurde in beiden Fällen in weitem Umkreis um die Röhre mit Bleigummi abgedeckt.

Damit ist wohl Zweifels Theorie hinreichend widerlegt. Zweifels „Gase" sind keine ausreichende Erklärung. Czepa weist nochmals auf den alten Einwand hin, daß das Röntgenpersonal dauernd den Gasen und den Streustrahlen ausgesetzt ist und keinen Kater

bekommt. „Im übrigen gibt es auch einen Radiumkater" fährt Czepa fort, „der sich in nichts vom Röntgenkater unterscheidet, wenn die verabreichten Dosen entsprechend sind." Aber beim Radium fehlen Zweifels Komponente, so da sind Streustrahlen und Gase. Es wäre immerhin sonderbar, wenn die „vagabundierenden" Strahlen, die aus dem Röhrentopf nach den Seiten oder nach oben austreten, die Katersymptome auslösen würden. Czepa wehrt sich dagegen, daß Zweifel nach einer Serie katerfreier Bestrahlungen in die Welt hinausposaunt, es gäbe keinen Röntgenkater mehr, wenn man die Röhre mit einem Bleikasten umgibt und alle anderen Theorien überrennen will. Czepa meint, das Belgrader Krankenmaterial könnte auch besonders „röntgenkaterfest" sein. Czepa gibt zu, daß die Gase, die im Röntgenzimmer entstehen, schon vorhandene Katersyptome verstärken können. Aber an der Tatsache, daß der Kater durch die Wirkungen der Strahlen im Organismus hervorgerufen wird und auf Eiweißzerfallsprodukte der lebenden Substanz zurückgeführt werden muß, läßt Czepa nicht rütteln. Sonst müßten ja alle Arbeiten, die sich auf diese Ansicht stützen, auf falscher Grundlage aufgebaut sein.

Czepa begnügt sich damit, Zweifel mit seiner Theorie „abfahren" zu lassen. Seine Worte bedürfen keiner Ergänzung.

*

Schwarz fragt Zweifel, wie er sich folgendes erklärt: Eine 42jährige Patientin wird wegen Netzmetastasen eines inoperablen Karzinoms des Corpus uteri zur Bestrahlung an Schwarz übergeben. Die Bestrahlungen werden mit einem gewöhnlichen offenen Seitz-Wintz-Stativ, Coolidgeröhren, Symmetrieapparat, 0,5 Zink-Filter, 15 Min. Dauer durchgeführt. Katererscheinungen schwerster Art, Erbrechen und Abgeschlagenheit, treten auf. Nach der 6. Bestrahlung wird eine Radiumeinlage in den Uterus (50 mg über 24 Stunden) gemacht. Auch danach treten schwerste Katersymptome auf. Nach 10tägiger Pause werden Scheinbestrahlungen vorgenommen. Derselbe Raum und dieselbe Apparatur werden benutzt. Alles geht so vor sich wie bei einer richtigen Bestrahlung. Nur wird an Stelle des Zinkfilters eine strahlenundurchlässige Bleiplatte angebracht. Dauer der Scheinbestrahlung 15 Minuten. Die Patientin bleibt vollkommen frei von Katererscheinungen. Jede Woche wird eine Scheinbestrahlung durchgeführt. Die Patientin ist froh und zufrieden und kennt keinen Kater mehr.

„Es wäre mir sehr interessant", so schreibt Schwarz, „wie Zweifel diese Tatsachen (Radiumkater, Wirkung der Bleiplatte trotz gleichbleibender Gas- und Strahlenentwicklung) mit seiner Schutzkastentherorie in Einklang bringen kann."

Auch Schwarz wehrt sich in wirkungsvoller Weise gegen Zweifels Theorie. Der angeführte Versuch spricht für sich und bedarf keines Kommentars.

*

L o r k führt zunächst die beiden Haupttheorien, die biologisch-medizinische und die technisch-physikalische, an. Die erstere stützt sich auf daf Freiwerden toxischer Zerfallsprodukte und ihre Resorptivwirkung, die letztere auf die Einwirkung giftiger Gase (Ozon und seine Verbindungen, bezw. nitrose Gase) während der Bestrahlung als Ursache für die Entstehung des Röntgenkaters. Die Vertreter der biologischen Auffassung sind insoweit einig, als sie den Zerfall von Eiweißprodukten verantwortlich machen. Die einen glauben an den Zerfall von Turmorzellen, die anderen an den Zerfall von Blutzellen. Ob nun einige an eine Mitwirkung von Gasen, elektrischer Aufladung oder psychischer Labilität glauben, ist von untergeordneter Bedeutung. Die Anhänger der physikalisch-technischen Theorie einigen sich dahin, daß sie das Ozon als das Giftgas betrachten. Auch sie triumphieren über ihre großartigen Erfolge mit den Bleischutzkasten, der bisher das Ideal ihrer Abwehrmaßnahmen ist. Außerdem fordern sie noch Trennung von Patient und Apparateraum. Auch Lork glaubt nicht an die von Zweifel bekannt gegebenen 200 Fälle, die ohne Katererscheinungen verlaufen sein sollen. Ebenfalls werden die guten Ergebnisse von 500 Bestrahlungen, die Voltz in einem Jahr durchführte, angezweifelt. Lork führt 120 seiner Fälle dagegen ins Gefecht. Es handelt sich größtenteils um Karzinompatienten; den Rest bilden Kastrationsbestrahlungen. Lork hatte auch eine Bleischutzkasteneinrichtung. Im übrigen werden folgende Bedingungen angegeben: Winkelige Siemens-Glühkathodenröhre, 0,6 mm Cu-Filter, 162 K. V. einer Normalkugelfunkenstrecke von 6 cm Länge bei 25 cm Kugeldurchmesser und 6 MA, Haut-Fokusabstand 40 cm, Feldgröße meistens 10 × 15 cm, selten 10 × 10 cm, Zeit 17 Min., meist 450 R-Einheiten, selten 20 Min. und 530 R-Einheiten, 4—5 Felder, bei Kastration öfters nur 2. Die umliegenden Körperregionen wurden mit Bleigummi abgedeckt.

Lork teilt nun ein in:

1. leichten Kater (Mattigkeitsgefühl, Kopfweh, Übelsein, Brechreiz);
2. starken Kater (die gleichen Symptome wie bei 1, nur noch verbunden mit mehr oder weniger starkem Erbrechen und Durchfällen).

Von 96 Karzinompatienten reagierten 13 = 13,54 % mit starken Katererscheinungen, 32 = 33,33 % mit leichten Allgemeinstörungen und 51 = 53,12 % garnicht. Die Katererscheinungen mit der applizierten Strahlenmenge in Beziehung zu setzen, gelang nicht.

Auch eine Gesetzmäßigkeit war nicht festzustellen. Lediglich war auffällig, daß 38,88 % der Patienten nach der ersten Bestrahlungsserie beschwerdefrei blieb, während die zweite Serie, die nach 10—12 Wochen vorgenommen wurde, Störungen hervorrief. Es besteht die Möglichkeit, daß das Auftreten der Katererscheinungen mit der Zerfallsreife des zu bestrahlenden Tumors in ursächlichem Zusammenhang steht. Von 24 Kastrationen zeigten 1 Patient = 4,16 % starke Beschwerden, 11 = 45,8 % leichte Beschwerden, 12 = 50 % keine Beschwerden. In den Fällen, wo kein Tumorbefund vorhanden war, muß eine Störung des Zellchemismus mit Bildung von Zerfallsderivaten, bezw. die Bildung von Zerfallsprodukten von Blutzellen, angenommen werden. In Lorks Röntgenbetrieb kam es durch eine Störung der Ventilation und eine technische Störung (Offenstehen der Türe des Maschinenraumes bezw. des zweiten Bestrahlungskastens) zu einer Verunreinigung der Luft. Um die Angriffe der Freunde des Bleischutzkastens von vorneherein zum Scheitern zu bringen, hat Lork 14 Patienten, die einmal einen Röntgenkater gehabt hatten, morgens im frischgelüfteten Röntgenzimmer behandelt. Trotzdem bekamen 5 noch Katersymptome. Von 43 weiteren Patienten reagierten 28 mit Röntgenkater. Lork bringt mit Absicht keine Vergleichszahlen zu früheren Ergebnissen. Er glaubt aber doch, daß seit Einführung des Bleischutzkastens das Auftreten des Katers seltener geworden ist.

Zusammenfassend stellt Lork fest, daß trotz Bleischutzkasten und genügender Ventilation und Reinhaltung der Röntgenzimmerluft Katererscheinungen auftreten, wenn auch nicht so häufig und mit solcher Stärke wie es in der schutzkastenfreien Zeit war. Es ist damit einwandfrei erwiesen, daß die Gasvergiftung nicht die alleinige Ursache für das Zustandekommen des Röntgenkaters sein kann.

Lork begnügt sich mit dem Nachweis, daß die Gasentwicklung im Röntgenraum nicht die alleinige Ursache für den Röntgenkater sein kann. Die Beweisführung ist klar.

*

Burgheim hat bei experimentellen Untersuchungen „über den Einfluß der Röntgenbestrahlung auf den Cholesteringehalt des Blutes" die Beobachtung gemacht, daß die Höhe des Cholesterinspiegels mit dem Allgemeinbefinden des Patienten parallel geht. Je tiefer der Cholesterinspiegel gesunken war, desto stärker waren die Röntgenkatersymptome. Die Größe der verabfolgten Strahlendosis spielte dabei keine Rolle. Die Katererscheinungen kamen wieder zum Verschwinden, wenn der Cholesteringehalt des Blutes zu seinen Normalwerten zurückkehrte. Bei denjenigen Patienten, die katerfrei geblieben, hielt der Cholesterinspiegel seine Höhe bei oder stieg noch etwas an.

Burgheim hatte diese Untersuchungen fortgeführt; die Ergebnisse waren eine Bestätigung seiner ersten Erfahrungen. Es ist eine feststehende Tatsache, daß bei Kranken mit malignen Tumoren die Katerbeschwerden erst einige Zeit nach der Bestrahlung auftreten, wenn sie sich überhaupt einstellen. Burgheim hat nun beobachtet, daß nach Bestrahlung maligner Geschwülste in den ersten Stunden ein Cholesterinanstieg im Blute in Erscheinung treten kann. Erst später kommt es zu einem allmählichen Absinken evtl. unter die Norm. Ist das der Fall, so tritt eine Störung des Allgemeinbefindens im Sinne von Katererscheinungen ein.

Nun geht Burgheim an die Beantwortung der Frage, ob der zeitweilig im Blute festzustellende Cholesterinverlust die als Röntgenkater bekannten Symptome verursachen kann. Es wäre ja immerhin denkbar, daß der Cholestinverlust nur ein unwesentlicher Faktor oder eine gleichzeitige Erfolgserscheinung der Strahlenwirkung wäre. Mit diesem Problem haben sich bereits Strauß, Wintz u. a. abgegeben.

Was ist nun Cholesterin? Es ist ein Lipoid, ein wesentlicher Bestandteil jeder Zelle, im besonderen der Nervenzelle. Ein auch nur vorübergehender Verlust muß zu Störungen im Organismus führen, besonders dann, wenn der Gehalt dem Nullwert nahe kommt. Es kann zu einer Funktionsänderung oder zu einer verringerten Toxinbildung kommen. Ebenso besteht die Möglichkeit, daß es zu einem Zerfall des Cholesterinmoleküls kommt. Es ist nachgewiesen, daß

ein Absinken des Cholesterinspiegels eine verminderte Ca-Bildung zur Folge hat. Das bedeutet in diesem Fall, daß das Absinken des Blutcholesterinspiegels erst sekundäre Veränderungen des Ca-Gehaltes der Körperzelle bedingt. Zondeck hat beobachtet, daß die Erregbarkeitsänderung des Vagus und Sympathikus eine Ionenverschiebung hervorruft. Warum soll der Cholesterinverlust nicht eine solche Erregbarkeitsänderung bedingen? — Nach Dresal und Sternheimer bestehen Beziehungen von den Lipoiden zum autonomen Nervensystem; ein Verlust an Cholesterin kann danach zu einem vagischen Zustand führen. Holfelder und Peiper bestrahlten bei Meerschweinchen die Nebennierengegend. Es kam zu einer schweren Schädigung der cholesterinreichen Nebennierenrinde. Bei 2 Patienten, bei denen die Nebennieren mit 100—110 % getroffen wurden, kam es zu Erscheinungen, die für die Addisonsche Krankheit charakteristisch sind: Pigmentierung der Haut und große Mattigkeit. Nach Holfelder und Peiper sind die Katersymptome dem subjektiven Befinden der Addisonkranken ähnlich. Demnach könnte der Röntgenkater eine vorübergehende Nebennierenschädigung anzeigen. Diese Kombination ist durchaus nicht zu verwerfen, zumal einige Pathologen die Nebenniere als eine Produktionsstätte des Cholesterins betrachten. Für die Erklärung der Entstehung des Röntgenkaters zieht Burgheim die von einigen Autoren aufgeworfene Frage heran, ob nicht Veränderungen des Eiweißes Röntgenkatersymptome hervorrufen können. Außerdem finden noch die Arbeiten über den Kochsalzgehalt des Serums nach Röntgenbestrahlungen Erwähnung. Nauda, Redlich und Sielmann stellen sich nun in Zusammenfassung dieser beiden Theorien die Entstehung des Röntgenkaters folgendermaßen vor: Eiweißzerfall — Kochsalzverschiebung. Auch andere Autoren — Bernhardt und Memmesheimer — glauben, daß „die Beeinflussung der Körpereiweißstoffe für die Genese des Röntgenkaters von Bedeutung ist". Perpes und Neubauer haben darauf hingewiesen, daß sich Cholesterin wie ein typisches Suspensionskolloid verhält, dieses Kolloid aber sehr radiosensibel ist und durch Röntgenstrahlen in vivo und in vitro in hohem Grade zerstört wird. Das Lecithin dagegen — der Antagonist des Cholesterin — wird erst durch starke Radiumeinwirkung zerstört. Burgheim hat mit diesen Ausführungen bewiesen, daß es durchaus möglich ist, dem Cholesterin eine große Bedeutung für die Genese des Röntgenkaters zukommen zu lassen. Es sind theoretische Erörterungen, die aber in Einklang stehen mit Literaturveröffentlichungen, die schon lange bekannt und aner-

kannt sind. Es gehen also die Schwankungen des Blutcholesteringehaltes und Auftreten von Allgemeinsymptomen parallel. Die experimentelle Feststellung, daß der zeitweilige Verlust des Organismus an Cholesterin ein wesentliches Moment für die Pathogenese des Röntgenkaters ist, ist theoretisch gefestigt.

Und nun zur Therapie des Röntgenkaters. Holfelders Vorschlag, die Nebennieren sorgfältigst zu schützen, kommt der Ansicht Burgheims entgegen und wird von diesem auch als wichtige Forderung bei der Bekämpfung des Röntgenkaters propagiert. Jedoch hält Burgheim diese Maßnahme allein nicht für ausreichend, da seiner Ansicht nach nur ein Teil des Cholesterins vor der Strahlenwirkung geschützt wird. Die von Andersen und Kohlmann empfohlene Kalkbehandlung würde wohl dazu führen, daß man den Endzustand einer fortlaufenden Schädigungskette steuert und vorbeugt; aber schließlich ist die Verschiebung des Ionengleichgewichtes ein sekundärer Prozeß. Dasselbe hat Geltung für die Kochsalz- und für die Traubenzuckertherapie oder die Darreichung von Narcoticis. Burgheim unternahm nun Versuche mit einer Cholesterintherapie. Es waren zwei Gründe, die ihn dazu veranlaßten:

1. das Bestreben, den festgestellten Cholesterinverlust auszugleichen bezw. zu vermindern,
2. die Absicht, auf den Sympathikus einen Reiz auszuüben und den Vagotonus herabzusetzen.

Das Cholesterin kann beiden Gründen gerecht werden, weil es in den gestörten Zellen angreift. Nach mehreren Versuchen hat Burgheim ein Lipoidgemisch — von ihm mit dem Namen Colsil belegt — für geeignet gefunden. Die Zusammensetzung ist etwa die: 0,1 g Cholesterin, dem zur besseren Resorption etwas Lecithin zugesetzt ist. An rund 100 Kranken wurde das Mittel erprobt. Grundsätzlich wurden nur solche Patienten herangezogen, die bereits einmal auf eine Bestrahlung mit Röntgenkater reagiert hatten. Bei einer evtl. dritten Bestrahlung wurde Colsil wieder weggelassen, mit dem Erfolg, daß die Katersymptome in Erscheinung traten. Wurde eine vierte Bestrahlung durchgeführt und Colsil gegeben, so trat kein Kater auf. Bei einem Teil der Patienten gab Burgheim 3 oder 4 Tage vor und nach der Bestrahlung peroral oder intravenös Kochsalz oder Kalk. Kam es trotzdem zum Auftreten von Katererscheinungen, so gingen diese auf Zugabe von Colsiltabletten zurück. Auch Kopfschmerzen, die durch Pyramidon kaum zu beseitigen waren, verschwanden nach der Applikation von Colsil. Von der Heftigkeit der Katerbeschwerden, d. h. der Höhe des Cho-

lesterinverlustes ist natürlich die Dosierung des Mittels abhängig. Außerdem muß darauf geachtet werden, daß das Mittel rechtzeitig, also gleich nach der Bestrahlung genommen wird. Wird Colsil zu spät gegeben, so läßt sich nur eine Besserung der Beschwerden erzielen. Burgheim rät zu folgender Dosierung: Gleich nach der Bestrahlung 2 Colsiltabletten; dann jede Stunde 1 Tablette. An dem auf die Bestrahlung folgenden Tag ist die Gabe von 1—2 Tabletten ratsam. Empfindet der Bestrahlte das Einnehmen des Colsil überflüssig, d. h. ist er vollkommen beschwerdefrei, so kann man alle 1½ bis 2 Stunden eine Tablette verabreichen. Hat ein Patient ohne Colsil nur geringe Beschwerden gehabt, so bleibt es anheimgestellt, nach der Bestrahlung vielleicht 2 Tabletten und in Abständen von 2 Stunden 1 Tablette zu geben.

Die Theorie Burgheims, daß die Blutkurve bezgl. des Cholesterinspiegels bei der angegebenen Lipoidtherapie durch die Bestrahlung unbeeinffußt bleibt oder wenigstens nicht die rapiden Abfälle wie sie beim Röntgenkater beobachtet wurden, zeigt, hat sich durch zahlreiche Versuche als richtig erwiesen. Von Burgheim werden auch Versager bei seiner Colsil-Therapie zugegeben. Es handelte sich dann um solche Patienten, die infolge ihrer Grundkrankheit oft an Übelkeit und Erbrechen litten. Treten diese Beschwerden auch nach der Bestrahlung auf, so sind sie doch nicht als Kater zu bewerten. Bei 4 Fällen beruhte der Kater auf psychischen Momenten. Der Blutcholesterinspiegel wies nur einen geringen Abfall, bei einem dieser Patienten sogar einen Anstieg auf. Auch eine Scheinbestrahlung führte zu Übelkeit, Erbrechen und Kopfweh.

Zuletzt hat Burgheim 2 Versuche an Kollegen vorgenommen und festgestellt, daß es bei Röntgenologen und technischem Personal durch Summation von Strahleneinwirkungen zu einer Abnahme des Blutcholesterinspiegels und damit zu Abgespanntheit, Kopfschmerzen usw. kommen kann. Bei einem fand Burgheim gleich einen erniedrigten Cholesteringehalt des Blutes mit 0,14 g %. Nach 3stündiger Durchleuchtungstätigkeit fand Burgheim nur eine geringe Abnahme. Es fanden sich noch 0,126 g %. Der andere wies 0,228 g % auf. Nach seinem Dienst fand Burgheim nur noch 0,136 g %. Burgheim hat weitere Untersuchungen in dieser Richtung angekündigt, um auch in diesen Fällen evtl. eine Colsiltherapie durchzuführen.

Zusammenfassend stellt Burgheim fest, daß bei allen seinen (78) Untersuchungen das Auftreten von Katersymptomen mit Cholesterinabfall im Blut vergesellschaftet war, daß der zeitweilige

Verlust an Cholesterin bei dessen Bedeutung für die Zellen und das vegetative Nervensystem Katersymptome hervorrufen kann, daß dafür auch der Erfolg der Colsiltherapie spricht und schließlich die allgemeinen Störungen im Befinden von Röntgenologen und technischem Personal durch die Cholesterinverminderung im Blut zu erklären sind.

Burgheims Arbeit weist einen anderen neuen Weg in der Suche nach der Ursache des Röntgenkaters. Die theoretischen Erörterungen zeichnen sich durch Logik und Klarheit aus. Erst nach eingehender Prüfung der theoretischen Möglichkeit einer Besserung der Katersymptome unternimmt Burgheim praktische Versuche, die tatsächlich die Katererscheinungen zu bessern in der Lage sind. Burgheim gibt selbst zu, daß Versager auftreten. Ein 100 %ig wirkendes Mittel gibt es eben noch nicht. Wir werden später sehen, welche Resultate andere Autoren mit Burgheims Colsig erzielen.

*

Mühlmann machte aus anderen Gründen als zur Röntgenkaterverhütung Dextroseinjektionen. Die ursprünglich erwartete Wirkung der Dextrose trat nicht ein. Er beobachtete aber etwas anderes: Den Rückgang der Röntgenkatererscheinungen bei seinen karzinom- und sarkomkranken Frauen. Herrschte früher besonders an den Bestrahlungstagen eine Depression auf der Station, so waren die Frauen jetzt auch nach der Bestrahlung heiter und scheuten vor weiteren Bestrahlungen nicht zurück. Appliziert wurden 3,3 bis 4,5 g Dextrose in 10 ccm H_2O. Später wurden die Injektionen zwei Tage vor und ebensolange Zeit nach der Bestrahlung vorgenommen. Der Erfolg war nach Mühlmann verblüffend. Trat nun doch einmal Übelkeit, Appetitlosigkeit oder sogar leichtes Erbrechen auf, so konnten diese Symptome durch weitere Dextrosegaben behoben oder wenigstens gebessert werden. Nach Mühlmanns Angaben haben Patientinnen sogar nach der Bestrahlung Essen verlangt, eine Tatsache, die früher nicht zu verzeichnen war. Wurde früher während der Bestrahlungszeit eine oft bedeutende Gewichtsabnahme beobachtet, so konnte man jetzt eine stabile oder nur in geringem Maße schwankende Gewichtskurve verzeichnen. An erster Stelle stand aber die Besserung der seelischen Verfassung der Patientinnen.

Die von Mühlmann empfohlene Dextrosebehandlung hat m. E. vor allen Dingen psychische Wirkung gehabt. Die Therapie wird in späteren Arbeiten nicht mehr erwähnt.

*

Schneider sieht auch, wie aus der Einleitung hervorgeht, in der Bildung von nitrosen Gasen und Regenerierung der Röhren einen Faktor, der Katersymptome verursachen kann. Dieser Faktor ist nach Schneiders Ansicht durch die moderne Bestrahlungsapparatur ausgeschaltet. Außerdem glaubt er, daß die durch den Fortschritt der Technik bedingte Verkürzung der Bestrahlungszeiten, sowie die Leistungsfähigkeit der modernen Apparatur für das seltenere Auftreten des Katers von Bedeutung ist. Die objektive Folge, nämlich die Temperatursteigerung nach Bestrahlungen, soll hier außer Acht gelassen werden. Es sollen nur die subjektiven Störungen: Unpäßlichkeit, Brechreiz, Kopfschmerzen und Appetitlosigkeit Erwähnung finden. Eine scharfe Trennung dieser Symptome läßt sich natürlich nicht durchführen. Der gesamte Symptomenkomplex bedeutet bei Schneider Störungen des vegetativen Systems, soweit es die Lipoide, Kolloide und die Ionen betrifft. Es kommt sekundär zu einem erhöhten Reizzustand des vegetativen Nervensystems. Schneider ist der Ansicht, in dem Zustand nach der Bestrahlung einen Zustand der Vagotonie erblicken zu können: Es käme demnach zu einer Störung, bei der der ausgeglichene Antagonismus zwischen dem sympathischen und parasympathischen Anteil betroffen und Unordnung im vegetativen System, im Milieu der Zellen, in der Reaktion des Blutserums und dem mikroelektrischen Verhältnis hervorgerufen wird. Es kommt zu einem Überwiegen des parasympathischen Teiles. Schneiders Meinung geht dahin, daß es sich nicht um einen primären Änderungszustand der Nervenbahnen und Zellen des Parasympathikus mit sekundär humoraler Wirkung handelt, sondern mehr um eine primäre, humorale und zelluläre Organ- bezw. Gewebsumstimmung. Deren Ausdruck ist das Überwiegen des Vagusnervensystems. Auch bei einem Überwiegen des parasympathischen Systems kann der Tonus des sympathischen Systems der Norm entsprechen. Ebenso kann der Vagus sich im Gleichgewichtszustand der Norm befinden und trotzdem den hypertonischen, sympathischen Zustand überwiegen. Es ist schwer zu sagen, welche Ungleichheit im Einzelfall von ausschlaggebender Bedeutung ist. Im allgemeinen wird eben angenommen, daß nach der Bestrahlung ein Zustand der Vagotonie be-

steht oder wenigstens die Veränderungen dem besagten Zustand gleich sind. Der Zustand im Säftestrom ähnelt dem, der bei Gravidität vorhanden ist; denn Louros hat nachgewiesen, daß auch die Schwangerschaft mit vagotonischen Veränderungen verknüpft ist. Bei der Gravidität handelt es sich um einen azedotischen Zustand; ebenso nach der Bestrahlung. Schneider selbst hat eine Hypokalzämie nachgewiesen, indem er die Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit vor und nach der Bestrahlung kontrollierte. Es kam nach der Bestrahlung bis zur Verdoppelung der Ausgangswerte, aber nicht darüber hinaus. Bei 100 Untersuchungen kam er zu der Feststellung, daß bei Tiefenbestrahlungen aus mehreren kleinen Feldern und bei Oberflächenbestrahlungen mit großem Feld (10 × 15 cm) eine Erhöhung der B. K. S. eingetreten war. Auch bei Hautbestrahlungen ohne Tubus mit großem Feld trat immer eine Erhöhung der B. K. S. ein. Dies war jedoch nie der Fall, wenn es sich um ein Hautfeld von 6 × 8 cm und weiche Bestrahlung aus dermatologischer Indikation handelte. Es kommt darauf an, ob wenig Haut, aber mehr Volumen durch die Zahl der Felder durchstrahlt wird. Es kommt zu einer Vermehrung der Globuline gegen das Albumin, also zu Zuständen, wie sie sich bei der Schwangerschaft, bei Entzündungen und bei Tumoren (nur in ausgeprägterer Form) finden. Es gehen parallel: Kalziummangel, Cholesterinabfall, Adrenalinspiegelerniedrigung, veränderte Ionen und molekulare Lösungszustände, verminderter Lipoidgehalt, alles Symptome, wie sie auch bei anderen pathologischen Zuständen auftreten.

Schneider hat nun zur Vermeidung des Röntgenkaters die von Burgheim zusammengesetzten Colsil-Tabletten angewandt und feststellen können, daß es sich um ein wirksames Mittel gegen den Röntgenkater handelt. Anfänglich gab Schneider Colsil erst nach der Bestrahlung; später ging er dazu über, schon während der Bestrahlung Colsil zu verabreichen. Bei Tiefenbestrahlung aller Tumoren, der bösartigen Sarkome und Karzinome, wie auch der gutartigen Myome ist die Wirkung der Strahlen umso sicherer, in je kürzerer Zeit sie appliziert werden. Die gleiche Beobachtung wurde bei der Kastration wegen klimakterischer Blutungen, entzündlicher Adnextumoren und bestehender Lungentuberkulose gemacht. Und gerade bei diesen großen Strahlendosen ist die Unterdrückung des Röntgenkaters eine wichtige Forderung. In diesen Fällen appliziert Schneider das Colsil folgendermaßen: Wird mit mehreren Feldern bestrahlt, so gibt Schneider bereits nach Beendigung des ersten Feldes 2 Tabletten Colsil. Nach jedem weiteren Feld wird

je 1 Tablette 0,1 gegeben. Von etwa 300 R aufwärts gibt Schneider schon zu Beginn des ersten Feldes 2 Tabletten. Auch Patienten, die früher nach derartigen Strahlendosen Beschwerden hatten, blieben bei der Colsiltherapie beschwerdefrei. Ist das letzte Feld erledigt, so bekommen die Patienten noch 4 Stunden lang je 1 Tablette. Schneider ist mit der Wirkung des Colsil sehr zufrieden. Bei psycholabilen Personen ist außer Colsil, das in diesen Fällen versagt, noch Psychotherapie erforderlich.

Zusammenfassend kommt Schneider zu der Feststellung, daß der Röntgenkater auf ein Überwiegen des parasympathischen Faktors zurückzuführen ist. Neben der Vagotonie ist eine Beschleunigung der B. K. S. zu erwähnen. Die Verminderung des Cholesterinspiegels ist eine weitere wichtige Tatsache. Diese Symptome, die den Röntgenkater bedeuten, sind durch das von Burgheim zusammengestellte Cholesterinpräparat günstig zu beeinflussen.

Schneider hat Burgheims Colsil als Therapeutikum ausprobiert und kommt zu einer Bestätigung der guten Wirkung des Mittels.

*

Schönig weist zu Beginn seiner Abhandlung auf die vielfältige Bedeutung des reticulo-endothelialen Systems hin, die aus dem häufigen Vorkommen hervorgeht. Er meint, es sei für den Röntgenologen von besonderem Wert, über die Beziehungen, die zwischen den X-Strahlen und den Zellen des R. E. S. bestehen, unterrichtet zu sein. Nach Schönig muß genau erforscht werden, welche Funktionen dieser Zellen durch die Röntgenstrahlen verändert werden. Es wäre möglich, daß nach Bestrahlung eine Wirkungserhöhung dieser Zellen auftritt. Ebensogut aber ist es möglich, daß eine partielle oder totale Funktionsverminderung durch die Röntgenstrahlen verursacht wird. Es folgt dann eine Aufzählung der Organe und Zellen, in denen das R. E. S. vorkommt. Von großer Bedeutung ist die Wirkung der Röntgenstrahlen auf die Gefäße. Sie tritt am besten und häufigsten an der Haut in Form von Erythem und später Teleangiektasien zutage. Diese Veränderungen werden von Schönig auf Zustandsänderungen des Endothels zurückgeführt. Ottfried Müller hat an Hand eines Kapillarmikroskopes genaue Untersuchungen über die Wirkung der Röntgenstrahlen auf die Kapillaren der menschlichen Körperoberfläche angestellt und folgendes Ergebnis erzielt: 6 Stunden nach Verabreichung einer Erythemdosis tritt eine Lähmung der Präkapillaren auf.

12 Stunden später sieht man ein Bild wie bei schwerer, peripherer Vasomotorenlähmung. Die Lähmung kann 3 Tage anhalten. Wenn man aber ein gewisses Strahlenoptimum überschreitet, so sterben die Endothelien ab. Durch die Endothelschädigung kann es zu einer erhöhten Permeabilität, d. h. Ödembereitschaft und dermographischer Reaktionslosigkeit kommen. Schönig glaubt, daß sich ähnliche Vorgänge auch im Inneren des Körpers abspielen. Das R. E. S. ist bei der „Abwallung" von malignen Geschwülsten und bei der Vernichtung von verschleppten Geschwulstzellen nachgewiesenermaßen von Bedeutung. Vielleicht spielt das R. E. S. bei dem Abfangen von Toxinen und bei der Bildung von Immunstoffen bei der Infektion eine Rolle. Das alles muß genauestens erforscht werden, und nach den Ergebnissen muß die Therapie mit Röntgenstrahlen eingestellt werden, sodaß eine Zerstörung der natürlichen Abwehrvorrichtungen des Körpers nicht mehr in Frage kommt. Ebenfalls von größter Bedeutung wäre die Feststellung, ob sich durch Bestrahlung nicht eine Funktionssteigerung des R. E. S. erreichen läßt. Man hat schon Untersuchungen angestellt; aber die Methode förderte kein befriedigendes Ergebnis zutage, da bisher nur die Funktionstüchtigkeit dieser Zellen an ihrer Fähigkeit, Vitalfarbstoffe aufzunehmen, geprüft wurde. Es handelte sich also in erster Linie um die Feststellung der Reizwirkung der Röntgenstrahlen, die zu einer stärkeren und schnelleren Imbibition mit Farbstoff führt. Holtermann fand, daß die Färbung an den Organen bestrahlter Tiere stärker war als die von unbestrahlten Tieren. Er berichtet aber auch von einer Leber- und Milzschwellung, die er bei den bestrahlten Tieren fand. Es ist klar, daß bei einer Hyperämisierung größere Mengen Farbstoff zu den Organen gelangen und den R. E.-Zellen so eine höhere Farbstoffmenge pro Zeiteinheit im Blutstrom zugeführt wird. Hinzu kommt eine mit der stärkeren Durchblutung in Verbindung stehende seröse Durchtränkung. Es handelt sich also um sekundäre Strahlenwirkungen. Ähnliche Resultate lassen sich auch mit lokalen thermischen Reizen an der Haut erzielen. Auch mit Quarzbestrahlungen haben Möllendorf und Eckstein die gleichen Erscheinungen erreicht. Alle Autoren sind sich darin einig, daß die erhöhte Gewebsfärbung auf die erhöhte seröse Durchtränkung der Gewebe zurückzuführen ist; denn durch diese Durchtränkung kommt eine größere Menge Farbstoff zu den Speicherzellen. Schönig ist nicht der Ansicht, daß die erhöhte Vitalfärbung in bestrahlten Organen auf die erhöhte Durchtränkung des Gewebes zurückgeführt werden kann. Er ist

der Meinung, daß die stärkere Durchfeuchtung des Gewebes auf einer veränderten Gefäßdurchlässigkeit bezw. veränderten Kontraktionseinstellung der Präkapillaren, also einer primären Röntgenstrahlenwirkung beruht. Die Blockade des R. E. S. durch Doppelfärbung mit Vitalfarbstoffen wurde schließlich noch versucht. Aber auch damit kam man nicht zu einem Ergebnis. Die Bestrahlung von Mäusen führte nicht zur Blockade des R. E. S. für den 2. eingebrachten Farbstoff. Auch eine stärkere Speicherung des 2. Farbstoffes durch Reizbestrahlungen mißlang. Schönig meint, das R. E. S. sei kein feststehendes Gebilde, es fände vielmehr ein andauernder Zelluntergang und -aufbau und eine ständige Weiterentwicklung statt. Die einzelne Zelle könne blockiert oder gar vernichtet werden, aber nicht das ganze System. Findet ein größerer Zellverbrauch statt, so entspreche dem ein größerer Wiederaufbau.

Die ganzen bisherigen Versuche haben große Fehler: Im mikroskopischen Präparat werden jeweils nur die gespeicherten Reticulumzellen erfaßt. Die ungespeicherten entziehen sich der Beobachtung. Über die Schnelligkeit der Regeneration erfährt man nicht das Geringste. Auch über den Vorrat an speicherungsfähigen Zellen bekommt man keinen Anhalt. Man sieht im Mikroskop einen Zustand, kein Geschehen. Es ist also eine qualitative, keine quantitative Arbeitsmethode. Die erforderliche quantitative Methode schien Schönig gegeben durch Einbringung von Vitalfarbstoff ins strömende Blut. Es läßt sich feststellen, in welcher Zeit der Farbstoff aus dem Blutstrom verschwindet. Der gegebene Farbstoff ist das Kongorot. An Hand dieser Methode wurde nun beobachtet, daß der Kongorotindex (C. J. = Quotient des Stunden- und Minutenwertes), der sich bei gesunden Menschen zwischen 50 und 70 bewegt, nach Bestrahlung mit Röntgenstrahlen über der Norm lag. Eine auffallende Erhöhung trat dann auf, wenn die Patientinnen, die wegen Tumoren oder mit dem Endziel der Kastration bestrahlt wurden, mit Röntgenkatererscheinungen reagierten. Das in das Blut eingebrachte Kongorot wurde nach der Bestrahlung also langsamer ausgeschieden. Adler und Reimann haben bei ihren Untersuchungen gefunden, daß der ins Blut gebrachte Farbstoff primär vom R. E. S. aufgenommen und durch die Galle wieder ausgeschieden wird. Die Hauptrolle spielen also die R. E.-Zellen der Leber, d. h. die Kupffer'schen Sternzellen. Es ist mit den Untersuchungsergebnissen erwiesen, daß eine Gewebsumänderung hinsichtlich der quantitativen, farbstoffspeichernden Funk-

tionsleistung des R. E. S. beim Menschen stattfindet, daß Kongorot-Index und Röntgenkaterstärke parallel gehen und das R. E. S. bei Bestrahlungen besonders beansprucht wird, der größeren Aufgabe aber nicht gewachsen ist, was zu einer Vergiftung, dem Röntgenkater, führt. Nach Schönig sind also die Gründe für den Röntgenkater im bestrahlten Körper selbst zu suchen. Blutuntersuchungen haben gezeigt, daß der ganze Körperstoffwechsel in Mitleidenschaft gezogen wird, wie die nach Bestrahlungen auftretende Lymphopenie, das erhöhte Auftreten von anorganischem Phosphor und Guanidin, sowie die allgemeine Blutalkalose beweist, daß es zu einer Zellschädigung kommt. Ebenso wie diese Zellen können auch die Parenchymzellen von Leber und Milz geschädigt werden. Schönig glaubt, daß die Überschwemmung des Körpers mit solchen Zellzerfallsprodukten die Ursache für den Röntgenkater ist. Das R. E. S. hat die Aufgabe, diese Produkte zu entfernen. Hat der Körper ein gut funktionierendes R. E. S., so wird die Aufgabe mit Leichtigkeit erledigt; im entgegengesetzten Fall tritt eben der Röntgenkater auf. Die geringen Katererscheinungen bei Zweitbestrahlungen vergleicht Schönig mit der Immunität bei wiederholter Infektion mit den gleichen Bakterien oder Toxinen.

Als Gegenmittel gegen den Röntgenkater empfiehlt Schönig die Verabreichung der erforderlichen Strahlendosis in mehreren Sitzungen. Das R. E. S. muß vor einer momentanen Überschwemmung nologe Knox schreibt auf Grund seiner Tierexperimente verteilten mit Zerfallsprodukten geschützt werden. Der englische Röntge-Dosen eine noch größere und intensivere Wirkung zu, so daß der Einwand, daß sich das Gewebe in einigen Tagen in Richtung eines refraktären Verhaltens umstimme, keine Berechtigung hat. Knox fand bei der geteilten Dosierung keine Alteration der Monozyten wie bei der einmaligen Applikation der therapeutischen Dosis, ein Punkt, der immerhin Beachtung verdient. Die Monozyten stammen aus dem R. E. S., ein Monozytensturz zeugt also von einer Schädigung seines Stammsystems. Hat Nägeli recht, daß die Monozyten nur im myeloischen Gewebe gebildet werden, so ist ein Rückgang dieser Zellen eben ein Zeichen für eine Allgemeinschädigung des Organismus. Diese Allgemeinschädigungen führen direkt zur Bildung von Zellverfallsprodukten, indirekt zu Störungen der Korrelationen. Diese sind der Röntgenkater. Der Kater wird umso stärker sein, je größer die Überschwemmung des Organismus mit Zerfallsprodukten und je schwächer die Abwehrkraft des R. E. S. ist. Der Kater bedeutet eine Schädigung des Organismus und muß

deswegen tunlichst vermieden werden. Es wird nochmals empfohlen, die erforderliche Dosis von Strahlen auf mehrere Sitzungen zu verteilen.

Zusammenfassend wird folgendes festgestellt: Die Kongorotmethode ermöglichte die Untersuchung des Einflusses der therapeutischen Röntgenbestrahlung auf das R. E. S.

Es wurde eine Funktionsherabsetzung des R. E. S. nach der Bestrahlung mit Karzinom- und Kastrationsdosen beobachtet.

Katererscheinungen und Höhe des C. I. gehen parallel.

Ist das R. E. S. in der Lage, den Farbstoff aufzunehmen, ist der Kater gering oder garnicht vorhanden, widrigenfalls stärker.

Es wird angenommen, daß die Aufnahmefähigkeit des R. E. S. für Farbstoffe der Abfangfähigkeit gegenüber Gewebsgiften entspricht.

Der Kater wird als Symptom einer Intoxikation des Körpers mit Zellzerfallsprodukten aufgefaßt. Seine Stärke ist abhängig von der Menge der unter Röntgenwirkung gebildeten Stoffe und der Aufnahmefähigkeit des reticulo-endothelialen Apparates für diese.

Der Röntgenkater als eine Alteration des Abwehrapparates des Körpers muß tunlichst vermieden werden. Das ist möglich durch Verabreichung der theurapeutisch erforderlichen Dosen in mehreren Sitzungen.

Auch Schönigs Ausführungen entbehren nicht der Logik und Klarheit. Die Versuche mit Kongorot haben die Richtigkeit der theoretischen Erörterungen bewiesen. Im großen und ganzen scheint mir Schönigs Arbeit doch zu theoretisch, um ihr sehr großen Wert beizumessen. Daß man mit häufigen kleinen Dosen den Röntgenkater vermeiden kann, ist nach den Angaben mehrerer Autoren unrichtig.

*

H u m m e l s Arbeit ist in Anlehnung an die Arbeit von Burgheim abgefaßt. Sie besteht zum großen Teil in einer Kontrolle der Burgheimschen Versuche. Allerdings ist das Ergebnis ein anderes als das von Burgheim erzielte. Auch andere Autoren haben sich mit der Theorie von Burgheim befaßt und bei der Nachprüfung der Angaben oft ganz andere Resultate erzielt. Strauß z. B. fand nach Röntgenbestrahlungen zunächst immer eine beträchtliche Erhöhung des Cholesterinspiegels. Bei späteren Untersuchungen mußte er in den meisten Fällen einen Cholesterinabfall verzeichnen. Konrich und Scheller kamen bei 61 Untersuchungen zu dem Ergebnis,

daß in 13 Fällen eine Erhöhung, in den übrigen 48 Fällen eine Erniedrigung des Blutcholesterinspiegels auftrat. Mahnert und Zacherl fanden bei 11 Untersuchten eine Erhöhung des Cholesterinspiegels im Blut. Wie erinnerlich, fand Burgheim nach Bestrahlungen maligner Tumoren zunächst immer eine Erhöhung, später dann einen Abfall des Cholesteringehaltes. Er führte dies auf den starken Cholesteringehalt maligner Tumoren zurück. Diese Vermutung wird durch die Untersuchungsergebnisse von Roffo und Correa gestützt. Mattig und Buchwald untersuchten das Blut von 36 Patienten. Bei 95 % konnten sie auch bei malignen Tumoren nach Bestrahlungen einen Cholesterinabfall im Blut konstatieren. Dabei hatten 10 Patienten leichte Katererscheinungen, 2 einen stärkeren Kater und Erbrechen. Allerdings hatten die übrigen 24 — im Gegensatz zu Burgheims Ergebnissen — keinen Kater und doch einen Abfall des Cholesterinspiegels. Man muß bei diesen Resultaten zu der Feststellung kommen, daß die Angaben der einzelnen Autoren weit auseinandergehen. Diese Widersprüche waren auch für Hummel der Anlaß, selbst eine Nachprüfung der Cholesterinwerte beim Menschen vorzunehmen. Hummel nahm seine Versuche an Patienten mit den verschiedensten Erkrankungen vor. Die Blutentnahmen wurden morgens vor und ½, 3 und 8 Stunden nach der Bestrahlung vorgenommen. Cholesterinzufuhr durch die Nahrung wurde durch vegetabilische Kost vermieden. Die Feldgröße und die Strahlendosis waren verschieden.

Hummel fertigte 3 Tabellen an. In Tabelle I finden wir bei 2 Tumorkranken und bei 1 Lymphogranulomatose einen Cholesterinanstieg im Serum. Die übrigen 8 Fälle wiesen einen Cholesterinabfall nach Bestrahlung auf. In keinem Fall kam es zu einem Kater.

In Tabelle II zeigt 1 Kranker mit Karzinommetastasen im Becken nach anfänglichem Cholesterinabfall später einen Anstieg. 3 weitere Karzinomkranke und 1 Lymphogranulomatose zeigen einen Cholesterinanstieg. Die weitaus größte Zahl (11) reagiert mit Cholesterinverlust im Serum. 7 Patienten reagierten mit stärkstem Kater, d. h. mit Erbrechen, starker Abgeschlagenheit und Kopfschmerzen, 3 mit mittelschwerem Kater, d. h. mit Brechreiz und Kopfschmerzen, 5 mit allgemeiner Abgeschlagenheit. In Tabelle III zeigt sich beim Vergleich zwischen Gesamtblut und Serum mit Ausnahme eines Falles bei bestrahlten Patienten mit malignen Tumoren der Cholesteringehalt in 1 ccm Blut geringer als in 1 ccm Serum.

Von 2 Fällen, in denen im Gesamtblut ein Cholesterinanstieg

festzustellen ist, reagiert einer nicht, der andere mit mittelschwerem Kater. Bei den übrigen 7 Fällen tritt ein Cholesterinabfall ein. 3 haben mittelschweren, 2 stärksten, 1 leichten und 1 keine Katersymptome.

Hummels Untersuchungen erstrecken sich weiter auf die Wirkung des von Burgheim zusammengestellten Colsil. Burgheim verfolgte das Ziel, durch das Cholesterinpräparat den gesunkenen Cholesterinspiegel zu heben. Die Versuche von Hummel erstrecken sich über 106 Patienten. Es wurden nur Kranke ausgesucht, die bei einer ersten Bestrahlung mit Katererscheinungen reagiert hatten. Bei der 2. Bestrahlung wurde dasselbe Feld mit derselben Feldgröße und der gleichen Strahlenmenge bestrahlt. Unmittelbar vor der Bestrahlung bekamen die Patienten 2 Colsil-Tabletten, gleich nach der Bestrahlung wurden abermals 2 Tabletten gegeben. Weitere 6 Stunden erhielten die Kranken stündlich 1 Tablette. In 26 Fällen blieb der Röntgenkater aus, in 43 Fällen wurde eine geringe Besserung erzielt, weitere 37 Fälle blieben unbeinflußt, d. h. zeigten starke Katersymptome. War der Kater bereits aufgetreten, so war mit Colsil nichts mehr zu erreichen. Litten Patienten unter Erbrechen, dann wurde Colsil als Suppositorium gereicht. In einigen Fällen kam es zu einer Besserung. Wurden allerdings nach der nächsten Bestrahlung indifferente Zäpfchen gegeben, so trat ebenfalls eine Linderung der Beschwerden ein.

Wittkowsky experimentierte an 122 Fällen mit Colsil. Die Patienten waren so ausgewählt wie bei Hummel. 1/3 blieb nach Bestrahlung symptomfrei oder zeigte wenigstens eine Herabminderung der Beschwerden. Bei 40 % war das Resultat als nicht absolut sicher zu bezeichnen. 29 Patienten wiesen trotz des Colsil Katererscheinungen auf. Aus diesen Versuchen geht eindringlich hervor, daß bei weitem nicht alle Fälle mit Colsil zu beeinflussen sind. Es müssen also noch andere Ursachen als der Cholesterinverlust im Blut den Röntgenkater bedingen. Es ist möglich, daß toxische Substanzen nach Art histaminähnlicher Verbindungen eine Rolle spielen.

Die bisher wirksamste Methode der Röntgenkaterbekämpfung ist die Prophylaxe. Der Röntgenkater ist bei Schonung strahlenempfindlicher Organe — wie Milz und Nebennieren — in seiner Frequenz herabzusetzen. Ebenfalls ist es von Nutzen, die Feldgröße möglichst klein zu nehmen, die größtmögliche Kompression bei tiefliegenden Herden anzuwenden und bei oberflächlichen oder

randständigen Herden die Tangentialbestrahlung nach Holfelder in Anwendung zu bringen.

Zusammenfassung:

1. Beim Menschen tritt nach Röntgenbestrahlung meist ein Cholesterinabfall im Serum ein. In einigen Fällen auch ein Colesterinanstieg.
2. Ein Parallelgehen des Cholesterinabfalls im Serum mit dem Röntgenkater ließ sich nicht feststellen.
3. Cholesterinabfall im Gesamtblut und Röntgenkater scheinen miteinander zusammenzutreffen.
4. Bei Colsilbehandlung von Röntgenintoxikationen ließ sich nur in einem Viertel der Fälle eine deutliche Unterdrückung des Katers herbeiführen.

Was Burgheim so schön theoretisch auseinandergelegt und praktisch erprobt hatte, wird durch Hummels Versuche nicht bestätigt. Auch Wittkowsky tritt als Zeuge gegen Burgheim auf. Hummels und Wittkowskys Versuche sind m. E. als die Experimente nicht voreingenommener Beobachter höher zu werten als Burgheims eigene Untersuchungen. Es scheint wieder einmal so zu sein, daß der Erfinder eines Mittels große Erfolge erzielt, aber sein Therapeutikum einer genauen Untersuchung nicht standzuhalten vermag.

*

Grashey hat sich in einem Vortrag, der in der „Strahlentherapie" wiedergegeben ist, in erster Linie mit spezifischen Veränderungen durch Röntgenstrahlen beschäftigt. Aber auch der Röntgenkater findet Erwähnung. Jedoch enthält sich Grashey einer persönlichen Stellungnahme über die Ursachen und die Bekämpfung dieses Übels. Er stellt lediglich fest, daß der Röntgenkater eine Allgemeinschädigung des Körpers bedeutet, als eine Intoxikationserscheinung aufzufassen, nicht spezifisch, meist gut erträglich und vorübergehender Natur ist. Die Intoxikation wird durch in den Kreislauf geratene Abbauprodukte bestrahlter Zellen hervorgerufen. Werden rascher und stärker zerfallende Gewebe — Milz, Sarkom, Lymphogranulome — von den Strahlen getroffen, so sind die Intoxikationserscheinungen entsprechend stärker. Auch die durch nitrose Gase und Ozon verunreinigte Luft, elektrische Aufladung des bestrahlten Körpers werden angeführt. Daß eine all-

gemeine nervöse Disposition eine Verstärkung der Röntgenkatererscheinungen bewirken kann, ist für Grashey klar. Zum Bild des Röntgenkaters gehört eine Veränderung im Blutserum und Verschiebungen im Blutbild. Ferner sind Veränderungen im Basengleichgewicht, im Mineralstoffwechsel, im Cholesterin- und Zuckergehalt des Blutes dem Röntgenkater eigen. Der Leukozytensturz bedeutet nach Grashey nur eine Störung in der Verteilung der Blutzellen. Dabei kann der Hautsympathikus eine Rolle spielen. Die Prophylaxe richtet sich nach der Theorie: Kochsalz, Traubenzucker, Colsil, gute Ventilation des Röntgenzimmers, Dreiteilung der Strahlendosis und guter Röhrenabschluß, Entladung des aufgeladenen Körpers. Grashey empfiehlt, vor der ersten Intensivbestrahlung eine Blutuntersuchung, die bei öfteren Bestrahlungen zu wiederholen ist; denn durch eine Kontrolle des Blutbildes ist man in der Lage, die schädlichen Nebenwirkungen in erholungsfähigen Grenzen zu halten.

Im übrigen ist die Apparatur von einiger Bedeutung. Bei den modernen Apparaten ist die ungewollte Strahlung wesentlich eingeschränkt. Außerdem ist die sorgfältige Abdeckung des außerhalb des notwendigen Strahlenkegels liegenden Gewebes von beachtenswerter Bedeutung. Nach Kastrationsbestrahlungen bei Frauen vergingen früher 9, bei moderner Appartur und Technik nur noch 3 Wochen bis zur vollständigen Erholung des Blutbildes.

Grasheys Ausführungen sind für uns weniger interessant, da er sich einer persönlichen Stellungnahme enthält.

*

Willms geht in ihrer Arbeit auf die Untersuchungen und Ausführungen Burgheims näher ein. Anschließend führt sie eigene Versuche, die sie teilweise mit, teilweise ohne Colsil machte, an. Die Versuche wurden folgendermaßen ausgeführt: Die Patienten wurden in drei Gruppen eingeteilt. Die erste Gruppe erhielt gleich im Anschluß an die erste Bestrahlung Colsil in der von Burgheim angegebenen Weise. Die zweite Gruppe bekam erst nach der zweiten Bestrahlung Colsil. Die dritte Gruppe wurde ohne Colsildarreichung bestrahlt. Gruppe I umfaßte 18 Patienten, von denen 12 katerfrei blieben. Von den 6 Patienten, bei denen Katererscheinungen auftraten, scheiden 2, die ambulant behandelt wurden, wegen berechtigter Zweifel, ob sie die Colsiltabletten nach Vorschrift eingenommen haben, aus. Die restlichen 4 Patienten

waren in bezug auf die Wirksamkeit des Colsil Versager. Anamnestisch war von diesen Leuten Übelkeit oder Erbrechen nicht angegeben worden. Ein Patient wurde wegen Sarkoids der Lungen bestrahlt in kleinen Feldern und mit kleinen Dosen. Die Katerbeschwerden waren so heftig, daß die Bestrahlung mehrere Tage ausgesetzt werden mußte. Gruppe II, die aus 16 Patienten bestand, bestätigte Burgheims Beobachtungen. War im Anschluß an die erste Bestrahlung ein leichter Kater aufgetreten, so konnte unter Colsiltherapie weiterbestrahlt werden, ohne daß stärkere Katersymptome aufgetreten wären. War der Röntgenkater nach der ersten Bestrahlung schwer gewesen, so konnte auch mit Colsil eine Besserung nicht herbeigeführt werden. 2 Patienten mit Lymphogranulomatose blieben vollkommen beschwerdefrei, während einige mit bösartigen Tumoren schon nach der ersten Bestrahlung mit mehr oder weniger starkem Röntgenkater reagierten.

Gruppe III war aus 34 Patienten zusammengestellt. Von diesen 34 blieben 12 ohne Beschwerden. Erwähnenswert ist, daß in der Zeit des Auftretens von Katersymptomen bei Karzinom oder anderen Erkrankungen kein Unterschied festzustellen war.

Willms kommt auf Grund dieser Beobachtungen zu dem Schluß, daß Colsil trotz der erwähnten Versager eine therapeutische Bereicherung gegen den Röntgenkater bedeutet. Es gab Kranke, die von sich aus das Mittel immer wieder verlangten. Bei Gruppe I blieben 12, bei II 7 ohne Kater, während bei 3 weiteren Patienten die beginnenden Katersymptome mit Colsil unterdrückt werden konnten. Allerdings gibt Willms zu, daß auch eine psychische Beeinflussung eine nicht unbedeutende Rolle spielt. Den Beweis dafür bringt Willms an Hand von experimentellen Untersuchungen, die die Beeinflussung des Cholesterinspiegels im Serum nach Röntgenbestrahlung und den Zusammenhang mit dem Röntgenkater zum Gegenstand haben. Die genaue Untersuchungsmethode ist in diesem Zusammenhang nicht von Wichtigkeit. Zunächst wurden Normalpersonen zur Cholesterinbestimmung im Blute herangezogen. Es fanden sich Werte (im Serum) von 120—180 mg %. Dann wurden 19 nüchterne Karzinompatienten vorgenommen. 12 hatten einen Cholesterinspiegel von 0,276—0,484 mg %. Diese Werte sind im Vergleich zur Norm erhöht. 7 Patienten zeigten normale oder sogar erniedrigte Werte. Dann wurde von 5 Karzinomkranken der Blutserumcholesterinspiegel vor und nach der Bestrahlung kontrolliert. 2 hatten bei einer Blutentnahme im Nüchtern einen erhöhten Cholesterinspiegel. Eine zweite Kontrolle

wurde 4 Stunden nach der Bestrahlung nach Einnahme einer Mahlzeit, eine dritte Kontrolle 20 Stunden nach der Bestrahlung wieder im Nüchtern durchgeführt. Bei 1 Patienten wurde bei der zweiten Kontrolle ein Absinken, bei der dritten dagegen ein Ansteigen des Cholesterinspiegels festgestellt. Der Ausgangswert war noch nicht erreicht. Eine 2. Patientin zeigte bei Kontrolle 1 und 2 ein Absinken. Bei 2 Kranken war der Cholesterinspiegel bei beiden Kontrollen im Ansteigen. Bei 1 weiteren Patienten konnte überhaupt keine Änderung im Cholesterinspiegel nachgewiesen werden. Katersymptome traten bei 3 auf, während 2 beschwerdefrei blieben. Ein Zusammenhang zwischen Röntgenkater und Cholesteringehalt des Blutserums bestand nicht, ein Resultat, das im Gegensatz zu Burgheims Ergebnissen steht.

Schließlich wurde der Einfluß der Colsiltabletten auf den Cholesterinspiegel des Blutserums bei Normalpersonen beobachtet. Es ergaben sich bei zweitägiger Untersuchung fast konstante Werte. Eine einmalige Gabe von 6 Colsiltabletten führte zu einem mäßigen Anstieg des Cholesterinspiegels, der nach 24 Stunden noch bestand.

Weitere Beobachtungen suchten die Wirkung des Colsil bei Bestrahlungen mit gleichzeitiger Kontrolle des Cholesterinspiegels zu ergründen. Bei der Dosierung wurde Burgheims Methode beachtet. Es wurden absichtlich Kranke mit normalen, subnormalen und erhöhten Ausgangswerten herangezogen. 4 Stunden nach der Bestrahlung bestand bei einigen Patienten trotz Colsil ein heftiger Kater; andere klagten über Müdigkeit und Abgeschlagenheit. Bei 5 von 8 Kranken war nach Colsil nach 4 Stunden der Cholesterinspiegel gestiegen, bei 3 gesunken. Nach 20 Stunden war bei allen ein Absinken des Cholesterinspiegels, zum Teil unter die Ausgangswerte, festzustellen. Trotz Colsil und anfänglichem Ansteigen der Werte zeigten 4 Patienten schwere Katersymptome, die auch am folgenden Tag noch bestanden. 1 Kranker mit schwersten Katererscheinungen hatte vor der Bestrahlung einen Cholesterinwert von 0,09 mg %. Nach Colsil und Bestrahlung stieg der Cholesterinspiegel auf 0,208 mg %. Trotzdem bestanden schwerste Röntgenkatersymptome.

Endergebnis:

Bei Karzinomkranken tritt zeitlich und symptomatisch gesehen genau so Röntgenkater auf, wie bei jeder anderen Erkrankung, die Strahlenbehandlung erforderlich macht.

Willms kommt in Anlehnung an die Ergebnisse anderer Autoren zu dem Schluß, daß die Schwankungen im Cholesterinspiegel für das Zustandekommen des Röntgenkaters nicht allein verantwortlich sind. Wahrscheinlich spielen noch andere Stoffwechselstörungen eine Rolle. Die therapeutischen Vorschläge zeigen deutlich, wie mannigfaltig die Forschungsergebnisse bei der Suche nach der Ursache des Röntgenkaters sind. Es sei nur an die Glukoseinjektionen und an die Na Cl-Zufuhr erinnert. Die Veränderungen des Cholesterinspiegels berechtigen nicht zu dem Schluß, daß sie in causalem Zusammenhang mit dem Röntgenkater stehen, noch weniger aber, daß ihre Beseitigung den Röntgenkater behebt.

Bisher hat kein Mittel, das zur Verhütung des Röntgenkaters angegeben wurde, einer scharfen Kritik standgehalten. Es haben bei den angegebenen Erfolgen oft subjektive Täuschungen eine Rolle gespielt. Das Colsil bedeutet nicht mehr, als alle bisher als „sicher wirkend" gepriesenen Mittel. Als psychotherapeutisches Adjuvans kann man es — sicherlich oft mit Erfolg — anwenden. Man darf aber auch vom Colsil nicht mehr erwarten, als von allen anderen bisher empfohlenen Mittel.

Die Schlußfolgerung von Willms deckt sich mit meiner Ansicht, die ich bereits anderen Arbeiten anfügte.

*

Hüffer kommt nach allgemeinen Erörterungen über den Röntgenkater auch auf die Arbeit Burgheims zu sprechen. Auch die Therapie gegen den Röntgenkater findet Erwähnung. Das Colsil wird von Hüffer im großen und ganzen anerkannt. Dann geht Hüffer auf seine Versuche mit Nautisan, Vasano und Colsil über. Als das Hauptübel nach Röntgentiefenbestrahlungen betrachtet Hüffer das Erbrechen. Die anderen Katersymptome sind s. E. von untergeordneter Bedeutung. Hüffer ging bei seinen Versuchen von der richtigen Überlegung aus, daß ein Mittel, das bei der Seekrankheit, die ja auch mit Erbrechen einhergeht, bei der aber auch die Nebenerscheinungen mit den Röntgenkatersymptomen verwandt sind, gute Wirkungen erzielt, auch gegen den Röntgenkater wirksam eingesetzt werden könnte. Vasano enthält Hyoscyamin und Scopolamin im Verhältnis 3 : 1. Das Hyoscyamin lähmt den Vagus, das Scopolamin verstärkt diese Wirkung, während die zentralerregende Wirkung des Hyoscyamin durch die zentrallähmende des Scopolamin ausgeglichen wird. Durch das Zusammenspiel dieser Wirkungen kommt es zu einer Ausschaltung des in der Medulla oblongata liegenden Brechzentrums. Das Nau-

tisan forte ist aus Trichlorisobuthylalkohol und Trimethylxanthin (Coffein) zusammengesetzt. Das erstere wirkt fast selectiv auf die vegetativen Zentren des Zwischenhirns und verursacht eine Betäubung des Brechzentrums, ohne eine Allgemeinnarkose herbeizuführen. Das zweite wirkt erregend auf die Großgehirnrinde und durch sein Vorhandensein wird die Allgemeinnarkose um so sicherer ausgeschaltet.

Als Versuchsobjekte für die Wirkung von Vasano und Nautisan wurden nur solche Patienten herangezogen, die auf frühere Bestrahlungsserien oder auf Verabreichung der ersten Felder mit Erbrechen reagiert hatten. Die Mittel wurden vorschriftsmäßig unter Kontrolle eingenommen. Nur stationär behandelte Patienten wurden ausgesucht. Beim Vasano tritt die Wirkung nach 2 Stunden ein und hält 5—6 Stunden an. Pro Tag wurden 4 Tabletten oder 2 Suppositorien gegeben. Nautisan wirkt nach 1—2 Stunden. Die Wirkungsdauer beträgt 4—6 Stunden. Appliziert wurden 2—3 Zäpfchen pro Tag. Die meisten Patienten zeigten eine auffällig starke Schlafsucht. Die Mittel wurden folgendermaßen gegeben: 1 Stunde vor der Bestrahlung bekam der Patient 2 Tabletten oder 1 Suppositorium. 2—3 Stunden vorher wurde keine Nahrung mehr verabreicht. 4 Stunden nach der Bestrahlung wurde eine gleich große Dosis appliziert. Kam es dann noch zu Übelkeit oder Brechreiz, so wurde ein 3. Suppositorium verabfolgt. Mit Nautisan wurden 18 Fälle behandelt. Bei 1 Fall zeigte das Nautisan gar keine Wirkung, 2 litten unter Übelkeit und Erbrechen, während die übrigen von diesem unangenehmen Symptom freiblieben. Meistens bestanden nur leichte Katersymptome, d. h. geringe Übelkeit, Kopfschmerz, Appetitlosigkeit und Mattigkeit.

Bei 10 anderen Patienten wurde Nautisan und Vasano angewandt. Im allgemeinen war die Wirkung gleich gut. Ausnahmen bildeten die schwersten Fälle. Hüffer hoffte, diese guten Resultate mit Nautisan durch Zugabe von Colsil noch verbessern zu können. Er überlegte sich dabei, daß das Colsil den Röntgenkater gewissermaßen causal und das Nautisan funktionell durch Ausschaltung des Brechzentrums angehen würde. Das Nautisan könnte in den Fällen wirksam sein, wo das Colsil allein versagte; also gab Hüffer vor der Bestrahlung 2 Tabletten Colsil und 1 Suppositorium Nautisan. Jede Stunde nach der Bestrahlung wurde eine Tablette Colsil, im ganzen bis zu 6 und nach 4 Stunden ein Nautisanzäpfchen, später evtl. ein zweites gegeben. Morgens nach dem Erwachen wurden in Abständen von wieder je 1 Stunde 4 weitere Tabletten

Colsil appliziert. Anstatt der Tabletten wurden häufig Suppositorien gewählt. Aber Hüffers theoretische Überlegung erwies sich als ein Trugschluß: Die Ergebnisse, die er mit den kombinierten Mitteln erzielte, waren nicht wesentlich besser.

Zusammenfassend kommt Hüffer zu dem Schluß, daß mit den Seekrankheitsmitteln Vasano und besonders Nautisan bei der Bekämpfung des Röntgenkaters gute Resultate zu erzielen sind. Bei intensiv bestrahlten Patienten versagt Vasano vollkommen. Durch Kombination von Nautisan und Colsil sind keine wesentlich besseren Resultate zu erzielen. Es scheint allerdings so, als ob die meisten katerfreien Fälle mit dieser Therapie zu erreichen sind.

Hüffers Überlegungen finden insofern nicht meine Anerkennung, als das auslösende Moment bei der Seekrankheit und dem Röntgenkater verschiedener Natur ist. Allerdings ist die Auswirkung die gleiche. Es bleibt auch hier abzuwarten, wie sich Vasano und Nautisan in der Hand anderer Röntgenologen bewährt.

*

Adler und Wiederhold stellten auf Grund sehr komplizierter Versuche fest, daß der Kalzium- und Kaliumgehalt des Blutserums bei hohen Röntgenstrahlendosen bis zu 34,49 % bezw. 25,2 % des Ausgangswertes abnahm. Der Kalziumgehalt der Haut nahm bis 57,3 %, der Kaliumgehalt bis 61,1 % unter dem Einfluß von Röntgenstrahlen ab.

Adler und Wiederhold leisten in ihrer Abhandlung keinen wesentlichen Beitrag zum Thema meiner Arbeit.

*

Kiesel führt zu Beginn ihrer Arbeit nochmals alle bisher aufgetauchten Theorien über die Entstehung und die Bekämpfung des Röntgenkaters an und unterzieht sie einer kurzen Prüfung. Dann geht sie an die Schilderung ihrer eigenen Untersuchungen an Tier und Mensch. Als Versuchstiere wurden Kaninchen benutzt. Die Versuche wurden in 2 Versuchsreihen durchgeführt. Die erste Versuchsreihe sollte das Verhalten des Cholesterinspiegels vor und nach der Bestrahlung aufzeigen, während durch die zweite Versuchsreihe festgestellt werden sollte, ob der Cholesterinspiegel durch Verabreichung von Colsil beeinflußbar ist. Als Röntgenkatersymptom wurde Freßunlust betrachtet. Schwerer Kater äußerte

sich in dauerndem Speichelfluß, tränenden Augen und starken Durchfällen. 14 Tiere wurden zu den Versuchen, auf deren Technik einzugehen ich mir erspare, herangezogen. Bei 11 von den 14 Kaninchen hatte schon 2½ Stunde nach der Bestrahlung ein wesentlicher Absturz der Cholerinmenge im Plasma stattgefunden, 3 zeigten kein einheitliches Verhalten: Nur leichte Schwankungen oder Anstieg des Cholesterinspiegels. 3 Tiere hatten schwere Katererscheinungen. Kein Tier nahm am ersten Tag nach der Bestrahlung Nahrung zu sich. Nach 6 Stunden stieg der Cholesterinspiegel wieder an, bei 4 Kaninchen sogar bis über die Norm. Bei der Blutentnahme nach der Bestrahlung wurde bei allen Tieren ein geringerer Wassergehalt des Blutes festgestellt. Nach 6 Wochen wurde der zweite Versuch durchgeführt. Die 3 Tiere, die keine Senkung der Cholesterinmenge aufgewiesen hatten, wurden von diesem Versuch ausgeschlossen. 4 weitere waren nach dem ersten Versuch innerhalb von 2 Wochen eingegangen. Es blieben also nur noch 7 Tiere für diese Untersuchung übrig. Diese bekamen mittels Magensonde 5 Tabletten Colsil = 350 mg Cholesterin in 5 ccm Olivenöl gelöst etwa 1¼ Stunde vor der Bestrahlung. 2 Kaninchen wurde das Colsil erst 20 Minuten vor der Bestrahlung zugeführt. Die Ausgangswerte waren geringer als bei der ersten Versuchsreihe. Die Resultate waren ziemlich einheitlich. Bei 5 Kaninchen war der Cholesterinwert 2½ Stunden nach der Bestrahlung gleich geblieben oder wesentlich erhöht. 1 Tier, das Colsil erst 20 Min. vor der Bestrahlung erhalten hatte, reagierte mit einem geringen Abfall des Cholesterinspiegels. Diesem Abfall folgte aber bald eine deutliche Erhöhung. Bei dem anderen Tier, das auch bereits 20 Min. nach Colsilzufuhr bestrahlt worden war, blieb der Colesterinspiegel zunächst in der Höhe des Ausgangswertes. Nach 6 Stunden war auch dort eine wesentliche Erhöhung festzustellen. In anderen Fällen kam es zu einem wesentlichen Anstieg der Cholesterinmenge, und zwar schon kurz nach der Bestrahlung. Kein Tier reagierte mit einem Röntgenkater; auch das Kaninchen nicht, das anfangs einen Abfall des Cholesterinspiegels aufzuweisen hatte. Alle Tiere fingen sofort nach der Bestrahlung an zu fressen und waren sehr munter, einige sogar auffallend wild. Die Öldarreichung hatte auf den Cholesterinspiegel keinerlei Einfluß.

Bei den angeführten Versuchen wurde gleichzeitig der Phosphorgehalt des Blutes beobachtet. Es zeigte sich, daß weder bei der ersten, noch bei der zweiten Versuchsreihe die Röntgenstrahlen einen Einfluß auf den Phosphorspiegel des Blutes gehabt hatten.

Die Versuche an Menschen wurden analog den Tierversuchen vorgenommen. Die Untersuchungen erstreckten sich auf 20 — meist karzinomatöse — Frauen. Nach der ersten Bestrahlung, die ohne Colsilgaben vorgenommen wurde, trat bei 13 = 65 % ein Absinken des Cholesterinspiegels im Blut ein. Alle 13 reagierten mit Röntgenkater. Vor der Bestrahlung bekamen die Patienten 2 Tabletten Colsil und nach der Bestrahlung stündlich je 1. Das Ergebnis war, daß von den 13 Frauen, deren Cholesterinspiegel nach der ersten Bestrahlung abgesunken war, 11 = 85 % mit einer Steigerung des Blutcholesterins reagierten. In der Mehrzahl der Fälle blieb auch der Röntgenkater aus, obwohl bei der zweiten Strahlendosis die Rückenpartien getroffen wurden, was im allgemeinen heftige Katererscheinungen hervorruft. Daß die Patientinnen trotzdem in der Mehrzahl katerfrei blieben, wird von Kiesel auf die Colsiltherapie zurückgeführt. Man kann sagen, daß im allgemeinen nach Röntgenbestrahlungen ein Absinken des Cholesterinspiegels und ein Kater auftritt. Beides wurde durch Gaben von Colsil verhindert. Kiesel konnte im Gegensatz zu anderen Autoren noch beobachten, daß keinerlei Unterschied in dem Verhalten des Cholesterinspiegels bei Karzinom oder Nichtkarzinom nach Röntgenbestrahlungen in Erscheinung trat.

Kiesel mißt dem Colsil gute Wirkung bei. Mir will es scheinen, als ob die subjektive Einstellung eine große Rolle spielt.

*

Löw-Beer hat, angeregt durch die differierenden Angaben verschiedener Autoren über die Schwankung des Cholesterinspiegels nach Bestrahlungen mit Röntgenstrahlen, selbst Untersuchungen an Menschen durchgeführt. Die Abnahme der Blutproben erfolgte vor und 2, 4, 6 und 24 Stunden nach der Bestrahlung. Die Versuchsreihe umfaßte 11 Patienten. Löw-Beer konnte feststellen, daß bei 5 Patienten eine deutliche Senkung des Cholesterinspiegels eintrat. Bei 5 weiteren Fällen war die Senkung bezw. Steigerung so gering, daß sie im Bereich der Fehlergrenze lag. 1 Fall zeigte nach 6 Stunden einen Anstieg, nach 24 Stunden einen deutlichen Abfall des Cholesterinspiegels. Nur bei 2 von den 5 Fällen, die einen deutlichen Abfall des Cholesterinspiegels aufwiesen, traten Katererscheinungen auf. Von den übrigen 6 Fällen trat Röntgenkater nach Milzbestrahlung und nach einer Strahlendosis auf das Paralumbo-Sakralfeld in Erscheinung. Nach Löw-Beer ist der

Zusammenhang zwischen Senkung des Blutcholesterinspiegels und Auftreten von Katersymptomen nicht erwiesen. Andererseits wird ein gewisser Zusammenhang nicht generell abgelehnt. Die Blutuntersuchungen bei Löw-Beer trafen nur bei 1 Patienten zeitlich mit den Katererscheinungen zusammen. In diesem einen Fall fielen die stärksten Katersymptome mit der Senkung des Cholesterinspiegels zusammen. Es ist durchaus denkbar, daß es durch Röntgenbestrahlung einerseits zu einer Änderung der Relation zwischen Cholesterin und Lezithin, andererseits des absoluten Cholesteringehaltes in der Zelle bezw. Zellmembran kommt und sich in einer Störung des Allgemeinbefindens, dem Röntgenkater, äußert. Von großer Bedeutung ist die Individualität der Patienten. Daher ist schwer festzustellen, welche Bedeutung der bestrahlten Körperregion und der Höhe der applizierten Dosis zufällt. Die Wirksamkeit von Burgheims Colsil wird von Löw-Beer angezweifelt. Theoretisch ist ein Einwand berechtigt; denn es ist nachgewiesen, daß Cholesterin, nur in überschüssigem Öl bezw. Fett gelöst, resorbiert wird. Die Resorption findet im Duodenum statt. Im Colsil soll das Lezithin für die Resorption des Cholesterin sorgen. Löw-Beer scheint jedoch die Lezithinmenge im Colsil zu gering zu sein. Die Wirkung bei rectaler Applikation erscheint noch zweifelhafter, da es nicht bewiesen und nicht bekannt ist, daß das Cholesterin im Rectum resorbiert wird. Nach Löw-Beer genügte auch die direkte Zufuhr von cholesterinfreiem Öl oder Neutralfett. Seines Erachtens wäre die Wirkung die gleiche. Auf Grund dieser Beobachtungen muß man zu dem Schluß kommen, daß die Änderung des Cholesterinspiegels im Blut nicht die alleinige Ursache des Röntgenkaters sein kann. Es müssen noch viele andere Ursachen eine Rolle spielen. Die Bekämpfung der Röntgenkatererscheinungen erheischt mehrere Mittel. Löw-Beer gibt an, durch peroarale Zufuhr von reichlichen Mengen hypertonischer Kochsalzlösung und cholesterinfreiem Fett bezw. Öl und intravenöser Applikation von hypertonischen Zucker- und Kalziumlösungen in der überwiegenden Zahl der Fälle gute Erfolge erzielt zu haben. Durch diese Therapie werden die Ergebnisse der Blutuntersuchungen nach Röntgenbestrahlungen weitgehend berücksichtigt, die in der Zelle hervorgerufenen Störungen der Stoffwechselvorgänge ausgeglichen.

Löw-Beer macht gegen Burgheims Therapie zur Bekämpfung des Röntgenkaters berechtigte Einwendungen. Ich bezweifele aller-

dings, daß Löw-Beer mit seinen therapeutischen Maßnahmen weiterkommt als Burgheim.

*

Willms stellt fest, daß die Symptome des Röntgenkaters im allgemeinen betrachtet denen der Hyperemesis gravidarum, dem acetonämischen Erbrechen der Kinder und dem Zustand nach Narkose ähneln. Untersuchungen von Anselmino und Hoffman ergaben, daß sich bei der Hyperemesis gravidarum und beim acetonämischen Erbrechen der Kinder ein vermehrter Acetonkörpergehalt des Blutes findet. Dieses Untersuchungsergebnis veranlaßte Willms, den Acetonkörpergehalt des Blutes bei Patienten mit Röntgenkater zu untersuchen. Willms arbeitete nach der Methode von Engfeld. Es wurde an Hand zahlreicher Voruntersuchungen im Nüchternblut von Normalfällen festgestellt, daß die Gesamtacetonwerte zwischen 3 und 7 mg % schwankten. Bei den Patienten, die zur Untersuchung herangezogen wurden, stellte Willms zunächst die Nüchternwerte fest. Die weiteren Blutentnahmen wurden zu den verschiedensten Zeiten nach der Bestrahlung vorgenommen. Die erste Untersuchungsreihe ergab einen deutlichen Anstieg der Acetonkörper zugunsten der ß-Oxybuttersäure nach der Bestrahlung. Entsprechend dem Anstieg der Acetonkörper verhielt sich das Befinden der Kranken. Bei hohen Acetonwerten, insbesondere der ß-Oxybuttersäure, trat ein Röntgenkater auf. Sank das Aceton, so trat Wohlbefinden ein. Auch eine zweite Untersuchungsreihe zeitigte das gleiche Ergebnis. Röntgenkatersymptome treten bekanntlich am häufigsten nach Bestrahlungen blutreicher, drüsiger Organe, so Magen, Leber und Milz, auf. Das bestätigte sich bei den Untersuchungen von Willms. Es gab nur ganz seltene Ausnahmen. Röntgentiefenbestrahlungen der Extremitäten verliefen dagegen immer ohne Katerbeschwerden, riefen aber auch nur geringgradige Acetonkörpervermehrung hervor. Die bei den einzelnen Bestrahlungen angewandte Feldgröße war für die Acetonkörpervermehrung nicht von ausschlaggebender Bedeutung. Die Größe der in 1 Sitzung verabreichten Dosis hat dagegen Einfluß auf die Stärke des Anstiegs der Werte. Auch fraktionierte Kleindosen von 200 r können eine starke Acetonämie hervorrufen. Der Höhepunkt der Werte wurde zu ganz verschiedenen Zeiten nach der Bestrahlung — 2 bis 22 Stunden — erreicht. Auch die Rückkehr zur Norm war zeitlich sehr verschieden. Man kann

sagen, daß Feldgröße, Dosis und Zeit bei der Acetonkörperveränderung eine geringere Rolle spielen, während der bestrahlten Körperregion größere Bedeutung beizumessen ist.

Es erhebt sich nun die Frage, ob die Acetonkörpervermehrung die Ursache des Erbrechens ist, oder ob primär Erbrechen und sekundär Acetonämie auftritt. Willms konnte bei ihren Untersuchungen die Beobachtung machen, daß nach Bestrahlungen fast immer zunächst Acetonkörpervermehrung im Blut auftritt und sich oft erst allmählich ein Kater mit Erbrechen bei weiterem Anstieg entwickelt. Man darf daher annehmen, daß die Acetonämie die Verschlechterung des Allgemeinbefindens und das Erbrechen auslöst. Zur Klärung dieser Fragen zieht Willms die Krankheiten zum Vergleich heran, die unter ähnlichen Symptomen wie der Röntgenkater verlaufen: Das acetonämische Erbrechen der Kinder, Intoxikation durch Eiweißzerfall (Scheinurämie), die Hyperemesis gravidarum, Seekrankheit und Narkose. Beim acetonämischen Erbrechen der Kinder wurde von den Pädiatern bisher nur die Acetonausscheidung im Urin und der Acetongeruch der Atemluft beachtet, während die Bildung von Acetonkörpern im Blut unberücksichtigt blieb. Hier ist also eine Vergleichsmöglichkeit nicht gegeben.

Bei der Intoxikation mit Eiweißzerfall infolge Erbrechens steht das fast unstillbare Erbrechen, Exsikkose mit rasch einhergehendem Körperverfall im Vordergrund des Krankheitsbildes. Im Urin tritt Aceton-, im Blut Rest-N-Erhöhung, starke Acidose, Acetonämie, Erhöhung des Eiweißgehaltes, Eindickung und eine Erhöhung des Blutharnsäurewertes auf. Es ließ sich nicht feststellen, ob die Acetonämie primär bestanden hat und die Ursache des Erbrechens ist. Eine Folge des Erbrechens ist der Hungerzustand. Dadurch ist die Leber glykogenarm geworden und produziert im Übermaß Aceton. Hierdurch wiederum kommt es zu einer Vermehrung der Acetonkörper im Blut, zur Acetonämie. Damit wäre gesagt, daß das Erbrechen primär und die Acetonämie sekundär wäre. Es ist aber auch möglich, daß durch Gewebszerfall und Eiweißintoxikation primär Aceton gebildet und dadurch Erbrechen ausgelöst wird. Auf den Röntgenkater übertragen, könnte man nun annehmen, daß die durch die Bestrahlung zugrundegehenden Zellen eine ähnliche Eiweißintoxikation hervorrufen und dadurch eine Acetonämie bewirkt wird.

Die Hyperemesis gravidarum hat man mit „nervösen Einflüssen" und „Umstimmung des vegetativen Nervensystems" zu erklären versucht. Anselmino und Hoffman glauben an eine übergroße

Ausschüttung von Fettstoffwechselhormon des H. V. L., die eine Acetonämie hervorruft und ihrerseits zum Erbrechen führt.

Bei der Seekrankheit sind Stoffwechseluntersuchungen, die sich auf Veränderungen des Blutes in Bezug auf Acidose und Acetonämie beziehen, noch nicht gemacht worden. Im Verlauf und im Anschluß an Narkose mit Chloräthyl und Äther wurde ein allmählicher Anstieg von Acetonkörpern im Blut festgestellt und beobachtet, wie das Allgemeinbefinden eine Verschlechterung erfuhr. Auch in diesem Fall darf man glauben, daß die Acetonämie zu dem Erbrechen führt. Die Frage, ob die auftretende Acetonämie auch an anderen Änderungen des Blutchemismus erkannt werden kann, bleibt von Willms' Seite noch offen. Diesbezügliche Versuche sind geplant.

Vergleicht man die vorstehenden Krankheitsbilder mit dem Röntgenkater, so sieht man, daß neben dem Erbrechen eine Acidose des Blutes vorhanden ist. Es fragt sich nur noch, ob durch die Vermehrung des Aceton das Erbrechen hervorgerufen wird. Fest steht, daß nach Röntgenbestrahlungen und Narkose mit dem Beginn der Acetonämie sich das Allgemeinbefinden verschlechtert und Erbrechen auftritt.

Die Vermehrung des Aceton braucht nicht die alleinige Ursache für den Röntgenkater zu sein, ein gewisser Zusammenhang besteht sicher. Gewiß ist die Acetonämie nicht nur eine Folge des Katers und des Erbrechens. Acetonämie und Kater gehen — das darf mit Bestimmtheit angenommen werden — auf eine gemeinsame Ursache zurück.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß außer den vielen schon beschriebenen Stoffwechselveränderungen beim Röntgenkater nach Bestrahlungen eine Acetonvermehrung im Blut, besonders der ß-Oxybuttersäure, auftritt. Der Acetonkörperanstieg ist nicht abhängig von Zeit und applizierter Dosis. Die stärkste Acetonämie wird nach Bestrahlung blutreicher Organe beobachtet. Über die Herkunft der Acetonkörper wird vermutet, daß sie aus Eiweißzerfallsprodukten von bestrahltem Gewebe herstammen, analog dem abnorm schnellen Eiweißabbau beim Coma diabetikum und der Scheinurämie.

Von Willms wird ein neuer Faktor, der bei der Entstehung des Röntgenkaters beteiligt sein soll, entdeckt. Wenn auch dem Aceton eine Bedeutung nicht abgesprochen werden kann, so muß man doch sagen, daß auch dem Aceton nicht die alleinige Verantwortung für

den Röntgenkater zufällt. Das wird ja auch von der Verfasserin der Arbeit zugegeben. Leider sind keine therapeutischen Gegenmaßnahmen, die geeignet wären, den Röntgenkater zu beheben, angeführt.

*

Hug gibt auch zunächst einen kurzgefaßten Überblick über die bisher aufgestellten Theorien betreffs Entstehung und Bekämpfung des Röntgenkaters. Die Ansicht Hugs ist die, daß der Röntgenkater eine Folge der Einwirkung der Röntgenstrahlen auf das Nervensystem, speziell auf das vegetative, ist. Die Veränderungen im Blut und im Stoffwechsel werden allesamt als Sekundärerscheinungen der Röntgenstrahleneinwirkung auf das vegetative Nervensystem abgetan. Nach Hug handelt es sich um eine Erhöhung des Vagustonus bezw. eine Herabminderung des Sympathikustonus. Es werden dann Autoren angeführt, die seine Ansicht stützen. Hug machte sich nun auf die Suche nach einem Mittel, das entweder den Vagustonus nach der Bestrahlung herabsetzt oder den Sympathikustonus erhöht. Hug wählte ein Mittel, das die letzterwähnte Eigenschaft besitzt: Das Cardiazol-Ephedrin. Die Wirkung des Cardiazol ist hinreichend bekannt. Das Ephedrin ist dem Adrenalin nahestehend, spezifisch als Sympathikusreiz. Die Wirkung des Ephedrin setzt langsam ein, hält dafür aber auch lange an, während das Cardiazol schnell zu wirken anfängt. „Der therapeutische Effekt der Kombination der beiden setzt schneller ein als beim Ephedrin allein und hält länger an als beim Cardiazol allein. Durch die kombinierte Verabreichung wird die im allgemeinen erforderliche Ephedrindosis wesentlich herabgesetzt, außerdem seine Verträglichkeit gefördert" schreibt Hug. Cardiazol-Ephedrin ist von Ärzten schon öfter bei Alkoholkater mit Erfolg verwandt worden. Als Prophylaktikum vor starkem Alkoholgenuß gegeben, ließ es keinen Kater aufkommen. Ein Schweizer Arzt gab vor der Röntgenbestrahlung 3 mal 5 bis 10 Tropfen Cardiazol-Ephedrin und berichtet über gute Erfolge. Hug hat zu seinen Untersuchungen 50 Patienten herangezogen. Das Mittel kam nur bei solchen Leuten zur Anwendung, die bereits einmal auf Röntgenbestrahlung mit Kater reagiert hatten. Die Wirkung wird von Hug als gut bezeichnet. Von den 50 Patienten reagierten 2 nicht wunschgemäß, 2 weitere zeigten gar keine Wirkung, während 1 Patient nur geringe Wirkung zeigte. Auch bei einem Radiumkater soll Cardiazol-Ephedrin gute Wirkung gezeigt haben. Hug verabreichte meist 20 Tropfen und 1—2 Tabletten Cardiazol-Ephedrin. Die Tropfen wurden vor

Beginn der Bestrahlung, je 1 Tablette am Abend und am nächsten Morgen nach der Bestrahlung gegeben. Diese Dosen sollen genügt haben, um einen Kater garnicht auftreten zu lassen. Cardiazol-Ephedrin wurde nach Hugs Angaben gerne genommen und gut vertragen.

Hug hat im Cardiazol-Ephedrin ein Mittel gefunden, das seinen Wünschen und Anforderungen entspricht und dessen Anwendung nach den Vorstellungen über das Entstehen und die Ursache des Röntgenkaters zu seiner und seiner Nebenerscheinungen Bekämpfung berechtigt ist. Hug hat eine — im Vergleich zu anderen Autoren — ausgefallene Ansicht über die Entstehungsursache des Röntgenkaters. Das soll nicht heißen, daß eine ausgefallene Ansicht schlecht oder falsch sein muß. Geradesowenig darf man aber die Ansichten der anderen in Bausch und Bogen verwerfen wie es Hug tut. Wie viele andere Autoren, so hat auch Hug „sein" Therapeutikum gefunden, erprobt und mit ihm Erfolge erzielt. Es kommt jetzt darauf an, ob auch an anderen Röntgeninstituten mit Hugs Maßnahmen eine Besserung oder ein Seltenerwerden des Röntgenkaters erreicht wird.

Schreus und Willms haben durch ihre hier angeführten Versuche feststellen wollen, „ob die von Willms gefundene Acetonkörpervermehrung (A. V.) ein unmittelbares Bestrahlungsprodukt bezw. ein aus dem bestrahlten Gewebe oder Blut unmittelbar auftretendes Reaktionsprodukt ist, oder ob sich aus dem von der Bestrahlung getroffenen Körperteil Stoffe entwickeln, die ihrerseits erst die Acetonkörperbildung örtlich oder an entfernten Stellen auslösen würden". Wäre ein solcher Körper vorhanden, müßte sich der Röntgenkater auf unbestrahlte Organismen übertragen lassen; bildeten sich die Acetonkörper als unmittelbares Bestrahlungsprodukt im Körper ohne Zwischensubstanz, so müßte man damit rechnen, daß sich die A. V. durch Blut- oder Urinübertragung nicht herbeiführen ließe. Tatsächlich gelang es, durch Übertragung von 3 ccm Serum von bestrahlten Patienten auf Ratten 2 Stunden nach der Bestrahlung bei den Versuchstieren eine A. V. zu erreichen. Damit war erwiesen, daß im Blut Bestrahlter ein Körper vorhanden ist, der einen pathologischen Fettstoffwechsel bei der Ratte — Vermehrung der Acetessigsäure und ß-Oxybuttersäure — auslöste. Es wurde ferner festgestellt, daß die acetonkörpervermehrende Substanz (A. V. S.) solange im Blut kreist, wie eine A. V. vorhanden ist. Die A. V. S. ist in den ersten Stunden nach der Bestrahlung immer — gelegentlich bis nach 24 Stunden — nach-

weisbar. Dann wurde noch beobachtet, daß die A. V. S. beim Tier wie beim Menschen nach Bestrahlung gebildet wird. Das Verhältnis von Acetessigsäure : ß-Oxybuttersäure, das normal 1 : 3 beträgt, betrug nach Bestrahlung 1 : 8 und weniger. Mit einem von Anselmino und Hoffman gefundenen Fettstoffwechselhormon ist die A. V. S. nicht identisch. Weitere spezielle Untersuchungen sollen feststellen, ob zwischen den beiden Substanzen keine Verwandtschaft besteht.

Trotz diesbezüglicher Bemühungen ist es Schreus und Willms nicht geglückt, die Natur der A. V. S. sicherzustellen. Die zeitliche Aufeinanderfolge von A. V. und Röntgenkater und die Parallele zwischen A. V. und Erbrechen im Zusammenhang mit anderen Erkrankungen, veranlaßten Schreus und Willms, die Katerbekämpfung mit Beseitigung der Acetonämie zu versuchen. Man konnte mit Recht erwarten, daß durch Insulingaben die Acetonkörper aus dem Blut beseitigt würden. Es gelang wirklich, mit Insulin und gleichzeitiger Zuckerdarreichung, die nach Bestrahlung auftretende Ketonämie zu beseitigen. Auch Insulingaben (5—10 E.), im Anschluß an die Bestrahlung oder bei den ersten Anzeichen des Röntgenkaters appliziert, sollen die Katersymptome beseitigt bezw. verhütet haben.

Willms hat mit Schreus ihre Arbeit ergänzt. Es wurde festgestellt, daß sich durch Übertragung von Blut bestrahlter Patienten auf nicht bestrahlte Ratten eine Acetonkörpervermehrung erreichen läßt. Durch Insulingaben (5—10 E.) haben Schreus und Willms nun versucht, den Röntgenkater zu beseitigen. Es wurde — wie üblich — ein recht gutes Ergebnis erzielt.

*

Dietel hält mit Recht die Bekämpfung des Röntgenkaters für sehr wichtig. Abgesehen von den Unannehmlichkeiten, die der Kater mit sich bringt, muß man an die Folgen denken, die sich nach längeren Bestrahlungsserien ergeben: Die Röntgenkachexie, die alle durch die Bestrahlung hervorgerufenen Vorteile zunichtemachen kann. Leider waren die bisher angewandten therapeutischen Maßnahmen nicht in der Lage, den Röntgenkater mit Sicherheit zu beseitigen oder wenigstens einzudämmen. Von den Versuchen und Untersuchungen, die sich mit dem Einfluß der Bestrahlung auf den intermediären Stoffwechsel oder auf den Chemismus des Blutes beschäftigten, haben die Kochsalzverarmung und

und Abnahme des Serum- oder Blutcholesterins noch die regste Anerkennung gefunden. Es scheint so zu sein, daß durch die Röntgenstrahlen ein Giftstoff im zirkulierenden Blut gebildet wird, der zur Herabsetzung der Erythrozytenzahl führt und die Katererscheinungen auslöst. Es liegt durchaus im Bereich der Möglichkeit, daß zwischen den Veränderungen des Cholesterinspiegels im Blut sowie der Resistenz und Zahl der Erythrozyten ein Zusammenhang besteht. Die Widerstandsfähigkeit der Erythrozyten ist wiederum abhängig von dem Cholesteringehalt ihrer Membranen. Eines scheint Tatsache zu sein: Daß beim Röntgenkater zu irgendeinem Zeitpunkt nach der Bestrahlung der Blutcholesterinspiegel absinkt. Ob das nun die Ursache der Katererscheinungen oder lediglich Begleitvorgang anderer Umstellungen ist, muß dahingestellt bleiben. Durch perorale Cholesterinzufuhr ist es in vielen Fällen gelungen, den nach der Bestrahlung gesunkenen Blutcholesterinspiegel wieder zu heben und so eine Beseitigung oder wenigstens Besserung der Katersymptome herbeizuführen. Das läßt die Vermutung aufkommen, daß die Cholesterinverarmung die Ursache der Katererscheinungen ist. Die perorale Zufuhr von Cholesterin brachte auch keine sicheren Erfolge. Dietel ging nun an den Versuch, den Cholesterinspiegel durch andere Maßnahmen zu heben. Dietel glaubt nicht, daß das Absinken des Cholesterinspiegels durch Zerstörung der Substanz, sondern eher durch ungenügende Neuproduktion oder durch Abwanderung aus der Blutbahn in irgendwelche Gewebe oder Organe ausgelöst wird. Bei der Anaemia perniciosa hat man durch Injektion von Leberextrakten oder durch perorale Zufuhr von Frischleber in Tagen oder Wochen eine Erhöhung des Cholesterinspiegels beobachtet.

Einige Autoren sind der Meinung, daß die Leberextrakte wie Hormone wirken und eine Cholesterinausschwemmung verursachen, die auf einer Neubildung beruht. Dietel versuchte, den Röntgenkater mit Hepatrat zu beeinflussen. Bei 15 Frauen mit schwersten Katererscheinungen begann die Versuchsreihe. Es gab keinen Versager, obwohl die Strahlen den strahlenempfindlichsten Teil, den Bauch trafen. Wenn der Kater seinen Höhepunkt erreicht hatte, was meistens 1—2 Stunden nach der Bestrahlung der Fall war, wurde den Patientinnen 2 ccm Hepatrat i. m. injiziert. War nach einer halben Stunde keine deutliche Besserung wahrnehmbar, wurde die gleiche Dosis nochmals gegeben. Es wurde von den Patientinnen, die zwei Injektionen nötig hatten, angegeben, daß nach der ersten Spritze die Beschwerden abgenommen hätten. Wurden auf

einmal 4 ccm injiziert, so trat mit Sicherheit nach 1 Stunde Wohlbefinden ein. Dietel hofft, durch die Injektionen (5 ccm) sogleich oder kurz nach der Bestrahlung den Röntgenkater völlig beseitigen zu können. Auch während Radiumbestrahlung und nach jeder Röntgenbestrahlung soll jetzt Leberextrakt injiziert werden. Bei protrahiert-fraktionierten Bestrahlungen entwickelt sich — man kann sagen immer — eine Röntgenkachexie, bei der kein Kater aufzutreten braucht. Es darf angenommen werden, daß das Leberpräparat auch in diesen Fällen seine günstige Wirkung haben wird. Es wäre vielleicht zweckmäßig, wenn man z. B. Inhepton, das außer Phosphorsäure und Strychnin noch Arsen — also ein roborierendes Medikament — enthält, anwenden würde. Muß man jedoch größere Mengen als 2 ccm injizieren, so erscheint es angebrachter, die reinen Präparate (Hepatrat, Campolon oder Hepracton) zu verabreichen, weil es sonst leicht zu einer Überdosierung von Arsen und Strychnin kommen könnte. Es wäre noch daran zu denken, die Wirkung durch gleichzeitige perorale Darreichung von Cholesterinpräparaten zu verbessern. Geklärt ist noch nicht, welche Substanz in den Leberextrakten die Wirkung auslöst. Es besteht die Möglichkeit, daß in den Präparaten eine Komponente enthalten ist, die der Leber eine größere Entgiftungsfähigkeit verleiht. Es steht lediglich fest, daß es unter dem Einfluß des Leberextraktes immer im Zeitraum von 2 Stunden zu einem Wiederanstieg des Serumcholesterins und gleichzeitig zu einer Vermehrung der gesunkenen Erythrozytenzahl kommt.

Zusammenfassung:

1. Injektion von 2—4 ccm Leberextrakt (Hepatrat) beseitigte bei 15 Frauen den Röntgenkater innerhalb 1 Stunde.
2. Die Wirkung scheint in einer raschen Erhöhung des abgesunkenen Serumcholesterinspiegels durch das Antiperniciosaprinzip zu liegen.
3. Es werden weitere Vorschläge zu erfolgversprechender Behandlung oder Verhinderung des Röntgenkaters und der schleichenden Röntgenkachexie gemacht.

Dietel hat Blutuntersuchungen, die die Kontrolle der Erythrozytenzahl zum Ziel hatte, durchgeführt. Es stellte sich heraus, daß die Zahl der Erythrozyten nach den Bestrahlungen vermindert war. Wenn nun Frischleber oder die Leberextrakte bei der Anaemia

perniciosa wirken, so können sie auch in diesen Fällen nicht versagen. Es wurden also 5 ccm Hepatrat i. v. injiziert und die gewünschte Wirkung erreicht. Auch im Röntgeninstitut des Krankenhauses l. d. J. finden die Leberextrakte Verwendung und wurden von den Röntgenologen als das bisher wirksamste Mittel zur Vermeidung des Röntgenkaters bezeichnet. Es ist also ein Mittel gefunden, dessen Wirkung auch in der Hand anderer nicht versagt.

*

Dietel hatte in seiner ersten Arbeit, die den Röntgenkater und seine Bekämpfung zum Gegenstand hatte, weitere und eingehendere Versuche und Untersuchungen angekündigt. Verfahren und Ergebnisse liegen nun vor.

Die Versuchsreihe umfaßt insgesamt 43 Patientinnen, von denen 34 mit Röntgenlicht und 9 mit Radium bestrahlt wurden. Bei 2 Frauen kam es zu einwandfreien Mißerfolgen, während 2 weitere nicht in der erwünschten Weise reagierten. Es handelte sich bei den beiden letzterwähnten Patientinnen um Bauchfellkarzinose. Die Frauen hatten auch vor der Bestrahlung häufig erbrochen. Alle übrigen Kranken reagierten prompt auf die Injektionen von Hepatrat. Der englische Röntgenologe Webster hat die Wirkung des Leberpräparates an einer großen Zahl von Kranken erprobt und die hervorragende Wirksamkeit bestätigt. Bei den hier erwähnten Versuchen wurden immer 5 ccm Hepatrat forte i. m. injiziert. Das Mittel wurde erst dann verabreicht, wenn sich Katersymptome eingestellt hatten. Prophylaktisch kam es nicht in Anwendung, da die Wirkungsweise des Leberextraktes ergründet werden sollte. Auffallend war, daß das Leberpräparat nach Röntgenbestrahlung bereits nach 1—2 Stunden wirkte, während bei perniziöser Anämie erst nach einigen Tagen eine Wirkung zu erwarten ist.

Die Patientinnen wurden in drei Gruppen eingeteilt:

1. Solche ohne Katererscheinungen.
2. Solche mit Symptomen leichten Katers, wie mäßiger Übelkeit, Schwindel, Appetitlosigkeit.
3. Solche mit Erscheinungen wie unter 2 und starkem Erbrechen.

Voruntersuchungen ergaben, daß die Blutentnahmen am besten 2 und 4 Stunden nach Schluß der Bestrahlung vorgenommen wurden. Bei schwerem Kater mußte das Schema verlassen und die erste Blutentnahme bereits nach 1 Stunde durchgeführt werden. Nach einer weiteren Stunde erfolgte in diesen Fällen die zweite Blutuntersuchung. Die dritte Blutentnahme erfolgte in jedem Fall

2 Stunden nach der zweiten. Die Röntgenstrahlendosis betrug 300—360 r auf Ober- oder Unterbauch. 2 Stunden vor und 4 Stunden nach der Bestrahlung wurde kein Essen verabreicht. Bestimmt wurde jeweils:

1. Die Erythrozytenzahl.
2. Der Cholesteringehalt in Serum und Gesamtblut.
3. Bei einigen Patienten die Erythrozythenresistenz.

Bei Frauen mit völligem Wohlbefinden nach der Bestrahlung fanden sich nur geringe Schwankungen in der Erythrozytenzahl. Die Differenzen bewegten sich in der Fehlergrenze. Bei 2 Kranken wurde nach 2 Stunden ein Absinken der Erythrozytenzahl festgestellt, nach 4 Stunden war der Abfall der Zahl der roten Blutkörperchen wieder ausgeglichen. Serum- und Gesamtcholesterin zeigten ein ähnliches Verhalten.

Frauen mit leichtem Kater ohne Erbrechen zeigten nach der Bestrahlung ein fortgesetztes Sinken der Erythrozytenzahl. Der Cholesterinspiegel verhielt sich entsprechend, d. h. er zeigte auch eine „Tendenz nach unten".

Bei Patientinnen mit schweren Katererscheinungen wurden nach der Bestrahlung einwandfrei niedrigere Erythrozytenwerte ermittelt als vor der Bestrahlung. 2 Stunden nach der Injektion von Hepatrat kam es zu einem Anstieg der roten Blutkörperchen auf den Ausgangswert. Parallel gingen immer die Werte des Serumcholesterinspiegels und meistens auch die Cholesterinwerte des Gesamtblutes.

Bei 2 Patientinnen mit schwerem Kater unterblieben die Injektionen des Leberpräparates; nach 4 Stunden war weder der Erythrozytensturz, noch die Verminderung des Cholesterinspiegels ausgeglichen.

Ähnliche Resultate wie nach Röntgenbestrahlung ergaben sich auch bei der Anwendung von Radiumbestrahlung.

Zur Kontrolle der Resultate wurden gesunden Personen ohne vorherige Bestrahlung 4 ccm Hepatrat i. m. injiziert. Es kam nach 2 Stunden höchstens zu einem geringen Anstieg der Erythrozytenzahl; der Cholesterinspiegel blieb unbeeinflußt.

Die Versuche haben also ergeben, daß das Auftreten von leichten oder schweren Katererscheinungen mit einem Absinken der Erythrozytenzahl und des Blutcholesterinspiegels einhergeht. Injektion von Leberextrakt führte zum Verschwinden der Katersymptome und zu einem Anstieg der Erythrozyten- und Cholesterinwerte auf den Ausgangswert. Es dürfte damit erwiesen sein, daß zwischen

Röntgenkater und Blutveränderungen ein ursächlicher Zusammenhang besteht.

Dietel und Probst nahmen nun an, daß das Primäre die Cholesterinverarmung ist, die sekundär infolge Resistenzverminderung der roten Blutkörperchen zu einem Erythrozytenzerfall führt. Diesbezügliche Untersuchungen ergaben, daß Erythrozyten bei Patientinnen, die katerfrei blieben, vor und nach der Bestrahlung eine konstante Resistenz haben.

Bei Patientinnen mit leichtem und schwerem Kater wurde die geringste Resistenz auf der Höhe des Katers festgestellt. In 2 Fällen wurde beobachtet, daß es nach Applikation von Hepatrat neben der Vermehrung der Erythrozyten auch zu einer Erhöhung der Resistenz kam. Die beiden Autoren vermuten, daß bei der Herabsetzung der Resistenz die Cholesterinverarmung eine große Rolle spielt. Die Blutveränderungen hatten nachweislich die Reihenfolge: Cholesterinverarmung — Resistenzverminderung — Erythrozytenzerfall. Ungeklärt ist, ob die Herabsetzung der Cholesterinwerte die einzige und wirkliche Ursache des Strahlenkaters ist. Die Auslösung des Röntgenkaters wäre auf folgenden Wegen denkbar:

1. Die Cholesterinverarmung führt zu einer Vagusreizung.
2. Durch den Strahleneinfluß zersetzt sich das Cholesterin; so entsteht ein vagusreizendes Gift.
3. Im strömenden Blut oder im Gewebe entsteht ein Röntgentoxin, das eine Störung der Cholesterinneubildung herbeiführt und außerdem vagotrope Eigenschaften besitzt oder eine beschleunigte Ausscheidung des Lipoids verursacht.

Diesbezügliche Versuche sind noch nicht abgeschlossen. Die vorläufigen Ergebnisse werden im Folgenden mitgeteilt.

Versuchsanordnungen: Serum von „intensiv bestrahlten Artgenossen" und von Frauen mit starkem Kater wurde Kaninchen injiziert. Als Test wurde die Erythrozytenzahl genommen. Das Kaninchenserum ergab nur geringe Ausschläge, menschliches „Katerserum" ergab eindeutigere Resultate.

Die Injektion von normalem Menschenserum erhöhte die Erythrozytenzahl mäßig, während die Injektion von „Katerserum" zu einem Erythrozytenabfall führte. Die Resultate waren einheitlich, also nicht einem Zufall zuzuschreiben.

Über die Wirkungsweise des Leberextraktes herrscht auch noch keine völlige Klarheit. Es ist wahrscheinlich, daß sie auf dem Antiperniciosaprinzip beruht. Der Extrakt kann aber auch entgiftende Wirkung haben. Die Antiperniciosawirkung wäre in diesem

Fall eine begrüßenswerte Nebenerscheinung.

Neben dem Leberextrakt wird von Dietel und Probst die gleichzeitige Applikation von Colsil und „einem den Vagustonus lähmenden oder den Sympathikustonus heraufsetzenden Pharmakon" empfohlen. Man soll mit allen Mitteln versuchen, den Röntgenkater zu vermeiden.

*

Dietel hat Veränderungen des roten Blutbildes nach Röntgenbestrahlungen beobachtet. Es wurde nun untersucht, ob für die Entstehung des Strahlenkaters nicht nur der Ort der Bestrahlung und die Intensität der Strahlung, sondern auch deren Qualität von Bedeutung sei. Es ergab sich, daß weiche Strahlen bei gleicher Intensität und Quantität den stärksten Kater hervorriefen. Das Auftreten und die Stärke der Katererscheinungen steigt mit der Bestrahlung folgender Körperregionen:

Peripherie — Unterbauch — Oberbauch.

Die Veränderung des Blutbildes geht parallel mit der Katerstärke.

Der Abfall der Erythrozytenzahl ist wahrscheinlich durch einen Stoff, der im durchstrahlten Gebiet entweder im Gewebe oder im Blut selbst gebildet wird, bedingt. Kaninchen reagierten auf Injektionen menschlichen „Katerserums" mit starkem Erythrozytensturz. Das deutet mit Sicherheit auf eine Intoxikation hin. Vielleicht sind die vagabundierenden Strahlen von ursächlicher Bedeutung für die Entstehung des Röntgenkaters.

Dietel empfiehlt zur Vermeidung des Katers harte, nicht zu intensive Strahlung.

*

Forfota hat auf Grund ausführlicher Versuche feststellen können, daß bei der Applikation von Röntgenstrahlen Bedingungen, die beim Menschen Katererscheinungen auslösen, beim Tier zur Abnahme der zirkulierenden Blutmenge führen. Diese Tatsache wird von Forfota als „Indikator der allgemeinen, schockartig verlaufenden Strahlenwirkung" betrachtet. Die Abnahme der zirkulierenden Blutmenge soll nach fraktionierter Bestrahlung stärker gewesen sein als nach einmaliger Bestrahlung mit der gleichen Strahlendosis. Die beobachtete Allgemeinreaktion, die besonders nach Bestrahlungen unter katererzeugenden Bedingungen in Erscheinung trat, konnte durch prophylaktische Histaminbehandlung unterdrückt werden.

Forfota glaubt, auf Grund dieser Beobachtungen dem Histamin bei dem Entstehen der Katererscheinungen eine maßgebliche Rolle zuteilen zu dürfen. Er hofft, daß sich das Histamin als Prophylaktikum bei der Bekämpfung des menschlichen Röntgenkaters bewähren wird.

Tierversuche sind auf vielen Gebieten eine unsichere Sache. Wenn Forfota auch an Tieren mit seiner Histaminprophylaxe gute Erfolge sah, so braucht es beim Menschen noch lange nicht zu Erfolgen zu kommen. Außerdem muß man auch die — in diesem Fall als Nebenerscheinungen zu bezeichnenden — Symptome des Histamin berücksichtigen. Es wird in vielen Fällen die Anwendung des Histamin kontraindiziert sein.

*

Ich habe in meiner Arbeit über 30 Autoren, die sich mit der Ursache der Entstehung und dem Problem der Vermeidung des Röntgenkaters befaßt haben, angeführt.

Abschließend muß ich feststellen, daß es endlich nach jahrelanger Arbeit gelungen ist, ein Mittel gegen den Feind aller Röntgenologen, den Röntgenkater, zu finden.

Über die Entstehungsursachen dieses Übels ist noch keine restlose Klarheit geschaffen. Nach dem heutigen Stande der Wissenschaft ist damit zu rechnen, daß in Bälde die Frage nach den Ursachen der Entstehung der Katererscheinungen beantwortet wird.

Zum Schluß möchte ich Herrn Professor Dr. F. G. Dietel für die Übernahme der Arbeit, deren Thema mir von dem allzu früh verstorbenen Professor Dr. Voltz gestellt wurde, meinen herzlichen Dank sagen.

Literaturverzeichnis.

Adler und Wiederhold: Calcium- und Kaliumstoffwechsel unter dem Einfluß der Röntgenstrahlen bei Kaninchen. „Die Strahlentherapie", Bd. 44, S. 383.

Burgheim: Neue Untersuchungen zur Pathogenese und Therapie des Röntgenkaters. Ebenda, Bd. 27, S. 297.

Czepa: Kein Röntgenkater mehr. Ebenda, Bd. 19, S. 601.

Dietel: Leberextrakt gegen Röntgenkater. Ebenda, Bd. 48, S. 110.

Dietel und Probst: Zur Entstehungsweise und Behandlung des Strahlenkaters. Ebenda, Bd. 52, S. 270.

— Strahlenqualität, Strahlenkater und rotes Blutbild. Zentralblatt für Gynäkologie, Bd. 56, S. 860.

Forfota: Über die biologische Allgemeinwirkung der Röntgenstrahlen vom gesichtspunkte einer durch Histamin oder ähnlich wirkenden Substanzen verusachten Schockwirkung. „Die Strahlentherapie", Bd. 59, S. 643.

Grashey: Allgemeine Neben- und Nachwirkungen der Röntgenstrahlen, Berufsschädigungen. Ebenda, Bd. 41, S. 39.

Hirsch: Zum Problem des Röntgenkaters. Ebenda, Bd. 14, S. 679.

Hüffer: Zur symptomatischen Behandlung der Katererscheinungen nach Röntgentiefenbestrahlung. Ebenda, Bd. 42, S. 181.

Hug: Der Röntgenkater und seine Bekämpfung mit Cardiazol-Ephedrin. Ebenda, Bd. 47, S. 708.

Hummel: Über Beziehungen zwischen Cholesterinstoffwechsel und Röntgenkater. Ebenda, Bd. 38, S. 308.

Kiesel: Die Wirkung des Röntgenlichtes auf den Cholesterinstoffwechsel und ihr Ausgleich durch perorale Lipoidzufuhr. Ebenda, Bd. 46, S. 311.

Kottmeier: Kritisches zur Röntgensterilisierung Lungentuberkulöser mit einer Anregung zur Herabsetzung des Röntgenkaters. Ebenda, Bd. 15, S. 555.

Krinski: Ein klinischer Beitrag zur Pathologie der gynäkologischen Röntgenbestrahlung. Ebenda, Bd. 4, S. 479.

Löw-Beer: Experimentelle Untersuchungen zur Frage der biologischen Röntgenstrahlenwirkung. Ebenda, Bd. 46, S. 503.

Lork: Zur Frage der Entstehung des Röntgenkaters. Ebenda, Bd. 22, S. 184.

Miescher: Die Röntgenempfindlichkeit des Magens als Ursache des Röntgenkaters. Ebenda, Bd. 11, S. 980.

Mühlmann: Beobachtungen über Strahlentherapie in Verbindung mit Traubenzuckerinjektion. Ebenda, Bd. 27, S. 306.

Pape: Der Röntgenkater. Ebenda, Bd. 14, S. 853.

Rieder: Vermeidung der Allgemeinerscheinungen nach Röntgentiefenbestrahlung. (Der Röntgenkater.) Ebenda, Bd. 12, S. 573.

Schneider: Über die Bekämpfung des Röntgenkaters nach Tiefentherapie. Ebenda, Bd. 32, S. 205.

Schönig: Über das reticulo-endotheliale System unter Röntgenwirkung und seine Beziehungen zum Röntgenkater. Ebenda, Bd. 33, S. 55.

Scholz: Zur Frage der Vergiftungserscheinungen im Röntgenzimmer und deren Verhütung. Ebenda, Bd. 15, S. 412.

Schreus und Willms: Weiterer Beitrag zur Pathogenese des Röntgenkaters. Ebenda, Bd. 47, S. 715.
Schwarz: Kein Röntgenkater mehr. Ebenda, Bd. 19, S. 606.
Sielmann: Untersuchungen über den Einfluß der Röntgenstrahlen auf den Kochsalzstoffwechsel und seine Beziehungen zur Therapie des Röntgenkaters. Ebenda, Bd. 15, S. 458.
Simons: Über den Röntgenkater und seine therapeutische Beeinflussung. Ebenda, Bd. 14, S. 106.
Willms: Röntgenbestrahlung und Cholesterinspiegel im Blutserum. Colsil und Röntgenkater. Ebenda, Bd. 42, S. 171.
— Weiterer Beitrag zur Pathogenese des Röntgenkaters. Ebenda, Bd. 47, S. 503.
Zweifel: Kein Röntgenkater mehr. Ebenda, Bd. 18, S. 875.

Lebenslauf.

Am 9. März 1913 wurde ich, Alfons Kutsch, zu Aachen als Sohn des Kaufmannes Leo Kutsch und seiner Ehefrau Johanna geb. Kogel geboren.

Von Ostern 1919 bis Ostern 1922 besuchte ich die städtische Knabenmittelschule zu Aachen. Von Ostern 1922 bis Ostern 1925 war ich auf dem städtischen Gymnasium zu Monschau i. d. Eifel. Die nächsten 3 Jahre verbrachte ich auf dem St. Michaels-Gymnasium in Münstereifel. Dann wechselte ich zum Kaiser-Wilhelm-Gymnasium in Aachen über. Die zwei letzten Jahre meiner Schulausbildung genoß ich wiederum in Monschau, wo ich 1932 das Abitur bestand.

Dem medizinischen Studium oblag ich in Jena (1 Semester), Heidelberg (5 S.), wo ich im Sommer 1934 das Physikum ablegte. Die weiteren Semester verbrachte ich in Freiburg i. B. (1 S.), Bonn a. Rh. (1 S.) und München (2 S.), wo ich am 2. September 1938 das Staatsexamen bestand.

Vom 1. Dezember 1938 ab war ich als Medizinalpraktikant am Krankenhaus München l. d. Isar tätig.